SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - **AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO**
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KOULUN DALI-VALAISTUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

TEKIJÄ/T: Toni Reinikainen

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tiivistelmä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Toni Reinikainen	
Työn nimi Koulun DALI-valaistusjärjestelmän suunnittelu	
Päiväys 17.4.2018	Sivumäärä/Liitteet 71
Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen ja lehtori Jari Ijäs	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Elcoline Construction Oy	

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella moduulirakenteiseen kouluun DALI-valaistusjärjestelmä. Työhön kuului sisävalaistuksen lisäksi myös ulkovalaistuksen suunnittelu. Työ tulee tulevaisuuden valaistussuunnittelua varten, sillä Elcoline Construction Oy tekee tätä vakiorakenne koulua myös jatkossa. Oikein toteutettu valaistus auttaa jaksamaan, tukee opetusta ja on energiaa säästävä.

Valaistussuunnittelu toteutettiin standardien ja valaistussuunnittelu ohjelman DiaLux evo 7 avulla. Standardeissa keskitytään valosuureisiin ja niiden soveltamiseen kohteessa. Työssä käytettävät valaisimet saatiin Elcoline Construction Oy:ltä. Rakennus ja piha mallinnettiin DiaLuxia käyttäen ja mallinnettuun kohteeseen aloitettiin valaisinten sijoittaminen. Sijoittamisen jälkeen DiaLuxilla tehtiin laskentaa ja tarvittaessa muutettiin valaistusta siten, että se vastasi standardia.

Mallinnuksen ja valaistusuunnittelun perusteella tehtiin tiloista tasokuvat Autocad-ohjelmalla. Tämän jälkeen etsittiin sopivat DALI-komponentit valojen ohjaukseen. Tähän kuuluu paneelit, liiketunnistimet, päivänvalo-ohjaus ja muut keskuksen DALI-komponentit. Komponenttien valitsimisen jälkeen tulee suorittaa väylälaskenta rakennukselle, jotta pystytään suunnittelemaan oikea kaapelointi ja tarvittava määrä reitittimiä.

Tasokuvan jälkeen tehtiin keskuskaavio, piirikaavio ja periaatekaavio. Piirikaavion suunnittelussa oli tärkeää ottaa huomioon DALI-väylän ja valaisinten vaatiman sähkön toimittaminen ryhmille. Periaatekaaviossa esitetään kohteessa mahdollisesti olevat kytkennät, sekä DALI-laitteiden liitännät. Näiden kuvien avulla saadaan oikeanlainen keskus, sekä asentaja pystyy tekemään sähköasennukset ilman suurempia ongelmia.

Opinnäytetyön lopputuloksena saadaan sähkökuvat ja DiaLux-mallinnus koulusta. Näiden lisäksi työ sisältää valaistustekniikan keskeiset käsitteet ja antaa tarvittavat pohjatiedot koulun valaistussuunnittelua varten.

Avainsanat
DiaLux, DALI, Valaistussuunnittelu, Sisävalaistus, Ulkovalaistus

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
Abstract

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Toni Reinikainen			
Title of Thesis Designing DALI Lighting System for School Building			
Date	17 April 2018	Pages/Appendices	71
Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Senior Lecturer and Mr Jari Ijäs, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Elcoline Construction Oy			

Abstract

The aim of the thesis was to design a DALI lighting system for a modular school building. The thesis included both indoor and outdoor lighting designing. The thesis was made for future lighting designing as Elcoline Construction Oy will make this modular building in the future. A properly executed lighting will help to cope with workload, supports teaching and is energy saving.

The lighting designing was put into practice according the standards and a lighting designing program called DiaLux Evo 7. The focus of the standards was on lighting variables and their application. The lights used on the thesis were given by Elcoline Construction Oy. The building and its yard were modeled using DiaLux and after modeling the lights were placed. DiaLux was used to make lighting calculations and if necessary, lighting was altered to meet the standards.

Based on modeling and lighting calculations, the plan view was made using a program called AutoCAD. After completing plan view, it was important to find suitable DALI components for lighting control. It includes panels, motion detectors, daylight detectors and rest of the DALI components inside the electrical center. After finding suitable components, DALI channel calculations were made. If needed, modifications were made to the plan view to match channel calculations.

Next the plan view, the electrical center diagram, circuit diagram and basic circuit arrangement were made. When designing a circuit diagram, it is important to consider how to provide the power for the DALI channel and lighting groups. In the basic circuit arrangement, possible couplings and connections of the DALI components are displayed. With the help of the diagrams Elcoline Construction Oy will be able to order the suitable electrical center and the technician is able to make electrical installations without problems.

The results of the thesis were electrical plans and a DiaLux model of the school building. In addition, the thesis includes fundamental concepts of lighting engineering and gives necessary information for the lighting designing of a school building.

Keywords
DiaLux, DALI, Lighting design, Indoor lighting, Outdoor lighting

ESIPUHE

Haluan kiittää opinnäytetyön aiheesta Elcoline Construction Oy:tä, sekä heidän yhteyshenkilöitään Simo Nissistä ja Tero Kopolaa. Kiitos myös lehtori Heikki Lainiselle ja lehtori Jari Ijäkselle opinnäytetyön ohjauksesta.

Kuopiossa 17.4.2018

Toni Reinikainen

SISÄLTÖ

LYHENTEET

Näkötehtävä	Työtehtävään sisältyvät näkemistä edellyttävät tekijät.
DALI	Digital Addressable Lighting Interface. Digitaalinen osoitteellinen valaistuksen ohjausjärjestelmä.
DiaLux	Valaistussuunnitteluohjelma.
DiiA	Digital Illumination Interface Alliance.
Valovirta	Valonmäärä, jonka yksikkö on luumen.
Topologia	Verkon muoto.
Dimensio	Ulottuvuus. Kuvaa kokoa ja mittaa.
LED	Light-Emitting Diode. Valodiodi.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto.
LENI-indeksi	Valaistuksen energiatehokkuuden mittari.
Master/slave	Ohjaustapa. Yhden valaisimen ohjaaminen antaa saman komennon myös muille valaisimille.
PIR	Passiivinen infrapunatunnistin.
IP	Ingress Protection. Laitteen kotelointiluokitus.
GR	Glare Rating. Häikäisy aste.
UGR	Unified Glare Rating. Häikäsyindeksi

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään koulun sisä- ja ulkovalaistuksen suunnitteluun siten, että huomioidaan valaistustekniikan perussuureet ja niiden standardin mukaiset vaatimukset. Valaistus suunnittelu toteutetaan käyttöystävällisyyden, sekä energiansäästön kannalta. Energiansäästö huomioidaan valaisinvalinnoissa, sekä valaistuksen ohjauksessa. Energialaskenta suoritetaan mallinnusohjelmalla.

Koulurakennus ja piha mallinnetaan DiaLux-valaistussuunnitteluohjelmaa käyttäen. Mallinnus toteutetaan Elcoline Construction Oy:n antamien pohjakuvien mukaan. Mallintamiseen kuuluu eri tilojen 3D-mallintaminen ja valaisinten sijoittaminen. DiaLuxilla tehdään myös valaistuslaskentaa, jotta voidaan varmistaa tiloissa olevan valaistuksen riittäminen ja standardin mukaisuus.

Lisäksi työssä käytetään DALI-järjestelmää valaistuksen ohjausjärjestelmänä. Tämän vuoksi työhön kuuluu myös DALI-järjestelmään ja sen komponentteihin tutustuminen. Ennen lopullisen kaapeloinnin tekemistä täytyy normaalin ryhmämitoituksen lisäksi tehdä DALI-väylälaskenta.

Työssä valaistuksen ohjaukseen käytetään liiketunnistusta ja muutamassa tilassa tämän lisänä on vakiovalotunnistus ja paneeli. Liiketunnistuksen avulla valaistus on energiatehokasta, sillä se ei ole turhaan päällä. DALI-paneeleiden avulla luokkahuoneisiin toteutetaan erilasia valaistustilanteita eri käyttötarkoituksia varten.

Opinnäytetyö tehtiin Elcoline Construction Oy:lle. Elcoline Construction Oy on Elcoline Group-konserniin kuuluva tytäryritys, joka on perustettu vuonna 2012. Elcolinellä on kahdeksan toimipistettä ympäri Suomea ja palvelusopimuksia ympäri maapalloa. Elcoline Construction Oy:n liiketoiminta keskittyy Lämpö, Vesi, Ilma, Sähkö, Automaatio, Kylmälaitteet ja rakentamispalveluihin. Tämä sisältää suunnittelu-, asennus, huolto ja kunnossapitopalvelut. Lisätietoja yrityksestä saa Elcolinen internetsivuilta www.elcoline.fi

Työn lopputuloksena valmistuu vaadittavat sähkökuvat yrityksen sisäiseen käyttöön. Tämän lisäksi kohteesta saadaan DiaLux-mallinnus, jonne on helppo tehdä kyseiseen kohteeseen muutoksia. Lisäksi työ helpottaa ja nopeuttaa jatkossa myös muiden koulujen sisä- ja ulkovalaistuksen suunnittelua.

2 VALOSUUREET, KÄSITTEET JA ULKOVALAISTUS

Nykyaikana valaistuksen suunnitteluun ja toteuttamiseen on annettu tarkat ohjeet. Nämä ohjeet ovat sisätilojen osalta esillä eurooppalaisessa sisävalaistusstandardissa SFS 12464-1 Valo ja valaistus osa 1. Ulkotilojen ohjeet löytyvät standardissa SFS 12464-2 Light and lighting part 2. Kyseiset standardit määrittelevät valaistusratkaisujen määrälliset ja laadulliset vaatimukset sisä- ja ulkotyöpaikoille, sekä niihin liittyville alueille. Standardien lisäksi on tehty ST-kortteja, jotka soveltavat standardissa olevia ohjeita ja antavat tarkennuksia.

Valaistusvaatimukset koostuvat kolmen tarpeen toteutumisesta ihmiselle. Nämä tarpeet ovat näkömukavuus, näkötehokkuus ja turvallisuus. Tämä tarkoittaa, että työntekijä kokee valaistuksen positiivisena vaikutuksena hyvinvointiinsa, sekä pystyy suoriutumaan myös vaativimmista näkötehtävistä pitempien jaksojen ajan. Tärkeä osa valaistusvaatimuksista on turvallisuus, sillä hyvällä valaistuksella pystytään ehkäisemään vaativissa töissä tapahtuvia työtapaturmia. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tärkeimmät tekijät, joilla valaistusta mitataan ovat valaistusvoimakkuus, valaistusvoimakkuuden tasaisuus, luminanssijakauma, häikäisy, värintoisto, värilämpötila ja valaistuksen alenema. Pitää myös ymmärtää valaistusalueiden jako, että saadaan sopiva valaistus niin työalueelle kuin sen ympärille. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

2.1 Valaistusvoimakkuus ja sen tasaisuus

Valaistusvoimakkuuden tasolla on suuri merkitys näkötehtävän hahmottamiseen ja suorittamiseen. Sopiva valaistusvoimakkuus auttaa suoriutumaan näkötehtävästä nopeasti ja turvallisesti. Valaistusvoimakkuuden tarve riippuu näkötehtävästä. Kriittisempään ja enemmän keskittymistä vaativaan tehtävään, kuten leikkaussalit tarvitaan suurempi valaistusvoimakkuus, kun taas tilassa oleskeluun tai liikkumiseen valaistusvoimakkuudeksi riittää pienempi arvo. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Valaistusvoimakkuus *E* esitetään lukseina. Yksi luksi vastaa yhden luumenin valovirtaa, joka jakautuu yhden neliömetrin alueelle. Tämän määritelmä esitetään kaavassa 1.

$$1\ \mathrm{lx} = \frac{1\ \mathrm{lm}}{\mathrm{m}^2} \tag{1}$$

lx = luksi (Valaistusvoimakkuuden *E* yksikkö)

lm = luumen (Valovirran Φ yksikkö)

m^2 = pinta-ala neliömetreinä

(Lampputieto, 2018)

Valaistusvoimakkuuden tasaisuus U_0 määritetään tilan valaistusvoimakkuuden minimin suhteena tilan keskimääräiseen valaistusvoimakkuuteen. Tämä esitetään kaavassa 2. Jos valaistusvoimakkuuden tasaisuuden arvo on pieni, niin tiloissa on paljon varjoja ja valoisuuden erot ovat suuria.

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_m} \tag{2}$$

U_0 = Valaistusvoimakkuuden tasaisuus
E_{min} = Valaistusvoimakkuuden minimi
E_m = Keskimääräinen valaistusvoimakkuus
(Innolux, 2014)

2.2 Luminanssijakauma

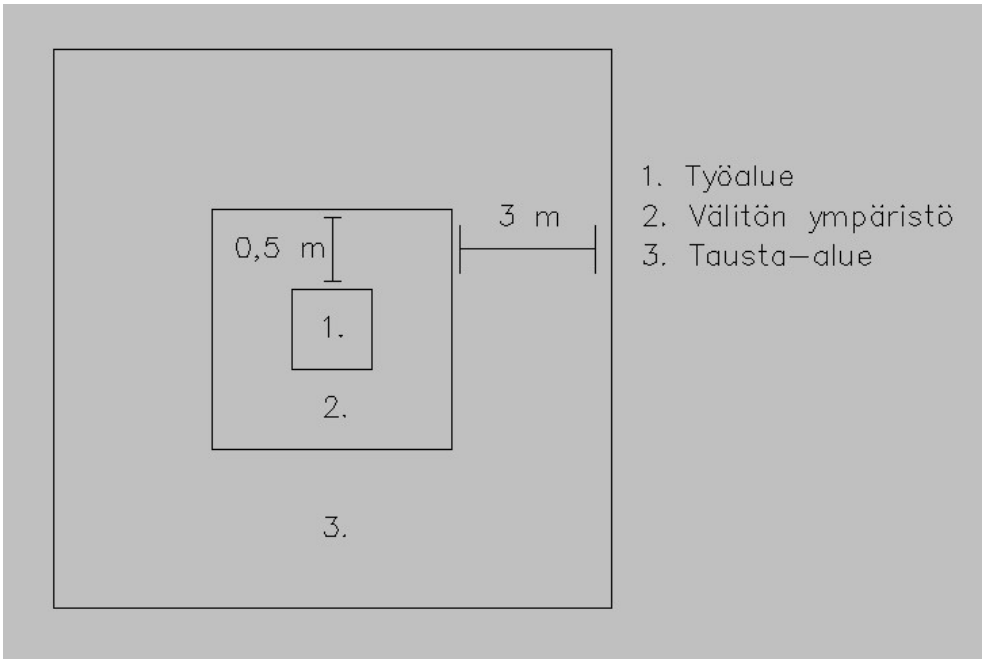
Silmien sopeutumistaso määräytyy näkökentän luminanssijakauman mukaan. Tämä vaikuttaa suoraan kohteen näkyvyyteen. Luminanssin ollessa tasapainoinen parantuu kontrastiherkkyys, näöntarkkuus, ja näköaistin toimintojen tehokkuus. Tällä on vaikutusta myös näkömukavuuteen, jonka takia tulee liian suuria ja pieniä luminansseja välttää. Suurista luminansseista voi aiheutua häikäisyä ja näköväsymystä. Näköväsymystä aiheuttaa silmien jatkuva sopeutumistason muutostarve. Pienistä luminansseista voi aiheutua työympäristön vaikuttaminen tylsältä ja yksitoikkoiselta. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Luminanssijakaumaan vaikuttaa valaistus, kaikki huoneen pinnat ja niiden heijastusominaisuudet. Kaikkien rakennuksen sisäpintojen tulee olla valoisia, sillä se vaikuttaa suoraan henkilöiden sopeutumiseen ja parantaa mukavuustasoa. Tärkeimmille heijastaville sisäpinnoille sopivat heijastuskertoimet ovat seuraavat: katto 0,7-0,9; seinät 0,5-0,8; lattia 0,2-0,4; tärkeimmät esineet 0,2-0,7. Seinille ja katolle on myös suositellut keskimääräiset valaistusvoimakkuudet, joiden avulla luminanssijakauma pysyy tasapainoisena. Seinillä vähintään 50 lx ja katossa vähintään 30 lx, ellei tilan vaatimuksissa ole erityisiä mainintoja. Valaistusvoimakkuuden tasaisuuteen riittää tausta-alueiden arvo 0,10 (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Opinnäytetyöhön liittyviä erityisvaatimuksia tulee toimistoille, opetustiloille, terveydenhuoltotiloille ja yleisille käytävätiloille. Näissä tiloissa tulee valaistusvoimakkuuden olla vähintään 75 lx seinillä ja katossa vähintään 50 lx. Valaistusvoimakkuuden tasaisuuteen riittää arvo 0,10. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki. ST 58.02, 2017).

2.3 Työalue ja sen ympäristö

Huoneet voidaan jakaa kolmeen vyöhykkeeseen valaistussuunnittelun kannalta. On olemassa työalue, työalueen välitön lähiympäristö ja tausta-alue. Työalueella tarkoitetaan aluetta, jolla näkötehtävä suoritetaan. Työalueen välittömällä lähiympäristöllä tarkoitetaan vähintään 0,5 metriä leveää vyöhykettä työalueen ulkopuolella. Tausta-alue on vähintään 3 metriä leveä vyöhyke välittömän lähiympäristön ulkopuolella. Vyöhykkeet ovat havainnollistettu kuvassa 1. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)



Kuva 1. Huoneen vyöhykkeet

Suuret valaistusvoimakkuuden vaihtelut voivat aiheuttaa silmien väsymystä ja epämukavuuden tunnetta. Tämän välttämiseksi tulee työalueen välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuuden olla sopiva. Tämä toteutuu, kun se on suhteessa työalueen valaistusvoimakkuuteen. Tärkeää on myös saada aikaan tasapainoinen luminanssijakauma näkökentässä. Välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuus voi olla pienempi kuin työalueella, mutta se ei saa olla taulukon 1 arvoja pienempi. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Taulukko 1. Työalueen ja sen välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuuksien suhde sisätiloissa. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Työalueen valaistusvoimakkuus E_{task} lx	**Välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuus** lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
≤ 50	E_{task}

Jos valaistuksessa käytetään keinovaloja tai kattoikkunoita, täytyy valaistusvoimakkuuden tasaisuuden olla työalueen välittömässä ympäristössä vähintään 0,40 ja tausta-alueella vähintään 0,10. Näitä arvoja käytetään, jos tilalla ei ole erikseen määrättyjä arvoja. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

2.4 Häikäisy

Häikäisy on ikävä tunne, jonka aiheuttavat näkökentässä olevat kirkkaat kohteet kuten valaistut pinnat, valaisinten osat ja ikkunat. Häikäisyä on tärkeä rajoittaa ärsyyntymisen ja tapaturmien välttämiseksi. Häikäisy on kiusahäikäisyä tai estohäikäisyä. Sisätyöpaikoilla estohäikäisy ei yleensä ole ongelma, jos kiusahäikäisy *UGR* alittaa standardin vaatimukset. Kiusahäikäisy tarkoittaa valaisinten aiheuttamaa häikäisyä. Sisätilojen valaistusasennuksen valaisimien suoraan aiheuttama häikäisyindeksi lasketaan kaavasta 3. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011) Häikäisyä voidaan ehkäistä käyttämällä valaisimissa häikäisysuojia.

$$UGR = 8\log_{10}\left(\frac{0{,}25}{L_B}\sum\frac{L^2\omega}{p^2}\right) \quad (3)$$

L_B = Taustan luminanssi (yksikkö cd). Laskenta esitetään kaavassa 4

L = Luminanssi havainnoitsijaa kohti (yksikkö cd/m^2)

ω = avaruuskulma, jossa tarkasteltavan valaisimen valaisevat osat näkyvät havainnoitsijan silmään (yksikkö steradiaani)

p = jokaisen yksittäisen valaisimen Guthin sijaintikerroin, joka on verrannollinen valaisimen sijainnin poikkeamaan katsesuunnasta

$$L_B = E_{ind}\pi^{-1} \quad (4)$$

E_{ind} = Asennuksen aiheuttama pystytason epäsuora valaistusvoimakkuus havainnoitsijan silmän pinnalla (yksikkö cd/m^2)

(Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

2.5 Värintoisto ja värilämpötila

Valonlähteiden värintoisto-ominaisuuksien määrittämiseksi on yleinen värintoistoindeksi *Ra*. Sen suurin arvo on 100. Lamppujen valmistajan tulee toimittaa tiedot lamppujen värintoistoindekseistä. Tämän avulla saadaan tilojen vaatimusten mukaiset valaisimet. Tämä on tärkeää mukavuuden, näkötehokkuuden, ja hyvinvoinnin vuoksi, sillä ympäristössä olevien objektien ja ihmisten ihonvärien tulee toistua luonnollisena ja oikeana. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Värilämpötila ilmaisee lampun värisävyn ja se ilmoitetaan kelvineinä. Korkeamman kelvinarvon lamput antavat kylmän ja sinertävän valon, kun taas matalan kelvinarvon lamput antavat päinvastoin lämpimän ja puhtaanvalkoisen valon. Taulukossa 2 esitetään värivaikutelma värilämpötilan suhteen. (Lampputieto, 2018)

Taulukko 2. Värivaikutelma. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Värivaikutelma	Ekvivalenttinen värilämpötila T_{CP}
lämmin	alle 3 300 K
neutraali	3 300 K...5 300 K
kylmä	yli 5 300 K

2.6 Välkyntä

Välkyntä johtuu silmän kyvystä aistia luminanssin tai värin pienitaajuista vaihtelua. Välkyntä voi aiheuttaa pyörivien kappaleiden kanssa tapaturmavaaran, sillä se aiheuttaa vaikutelman pysähtyneestä liikkeestä. Tämän lisäksi välkyntä ärsyttää silmiä. Tilanteen välttämiseksi suositellaan käytettävän valonlähteitä ja liitäntälaitteita, jotka poistavat välkynnän. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

2.7 Häiriövalo

Häiriövalo on pihavalaistuksessa vastaantuleva käsite. Se tarkoittaa valosaastetta eli valaistavan alueen ulkopuolelle suuntautuvaa valoa, joka määränsä tai suuntansa takia lisää epämiellyttävyyttä ja rajoittaa oleellisen alueen näkyvyyttä. Yleisin häiriövalo on asuntoihin ikkunasta tuleva hajavalo. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

2.8 Valaistuksen alenema

Lamppujen valovirta pienenee lamppujen ikääntymisen mukana. Tätä kutsutaan valaistuksen alenemaksi. Alenemasta huolimatta alkuperäisten valaistusvaatimusten tulee toteutua eri tiloille. Tämä otetaan huomioon valaistussuunnittelussa alenemakertoimella *AK*. Alenemakertoimen laskenta esitetään kaavassa 5. (Motiva Oy, 2018)

Valonlähteen valovirranaleneman takia valaistusta joudutaan ylimitoittamaan. Toisaalta käytettäessä vakiovalonohjausta tai älykästä vakiovalotoimintoa ylimitoitus voidaan kompensoida. (Motiva Oy, 2018)

Tämä johtuu siitä, että vakiovalonohjauksella valaisinta voidaan käyttää pienemmällä teholla, kuin ilman ohjausta. Tämä mahdollistaa myöhemmin valaisimen tehon nostamisen, jolloin alenemasta ei ole haittaa.

$$AK = \mathrm{LVK} * \mathrm{LEK} * \mathrm{VHK} * \mathrm{HHK} \qquad (5)$$

AK = Alenemakerroin
LVK = Lampun valontuoton häviökerroin
LEK = Lampun elinikäkerroin
VHK = Valaisimen häviökerroin
HHK = Huonepintojen häviökerroin
(Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017)

2.9 Valaistustavat ja valon suuntaus

Valaistus voidaan jakaa suoraan tai epäsuoraan valaistukseen. Tämä määräytyy minne valo valaisimesta osoittaa. Valon tullessa suoraan työtasolle on kyseessä suora valaistus ja sen heijastuessa

jonkin pinnan kautta työtasolle puhutaan epäsuorasta valaistuksesta. On myös olemassa valaisimia, jotka hyödyntävät näiden tapojen yhdistämistä. Tätä voidaan hyödyntää muodon antamisessa. Valon oikealla suuntaamisella voidaan korostaa kohteita ja parantaa niiden näkyvyyttä. Muodonanto määritellään sylinterivalaistusvoimakkuuden ja vaakatason valaistusvoimakkuuden suhteen perusteella. Kohteiden tunnistamisen vuoksi sisätiloissa vaaditaan riittävän suurta arvoa. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

Tarkastelu sylinterivalaistusvoimakkuudelle tulee tehdä istuvalle henkilölle 1,2 metrin korkeudelle ja seisovalle henkilölle 1,6m korkeudelle lattiasta. Keskimääräisen sylinterivalaistusvoimakkuuden tunnus on E_Z ja sen on oltava sisätiloissa vähintään 50 lx ja tasaisuuden U_{a0} oltava vähintään 0,10. Toimisto ja neuvottelu tiloissa sen täytyy olla vähintään 150 lx ja tasaisuuden vähintään 0,10. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

2.10 Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksella tarkoitetaan rakennuksen läheisyydessä olevaa tai rakennuksessa kiinni olevaa valaistusta. Tätä valaistusta voidaan myös tarvittaessa täydentää ympäristö- ja julkisivuvalaistusjärjestelmillä. Ulkovalaistus voidaan jakaa karkeasti työalueisiin, liikkumiseen käytettäviin alueisiin, urheilukenttiin, taajamien ympäristöihin, rakennusten pihoihin ja vartioitaviin alueisiin. Valaistus suunnitellaan alueelle sopivaksi. Työalueilla valaistus suunnitellaan työtä ja työturvallisuutta ajatellen. Katuvalaistuksessa keskitytään liikenneturvallisuuden varmistamiseen. Taajamissa, kevyenliikenteenväylillä ja pihavalaistuksessa viihtyvyys on tärkeä tekijä. Rakennuksen julkisivuvalaistuksella kohteesta voidaan tehdä koristeellinen ja näyttävä. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

Ulkoalueiden valaistus jaetaan keskitettyyn, hajautettuun tai niiden yhdistelmään. Valittu tapa riippuu käytettävistä valaisimista ja alueesta. Rakennuksen piha-alueilla valaistus suunnitellaan pihamaalle, kulkuteille, jätekatoksille, pysäköintialueille, ulkotyöpaikoille, portaikoille, leikki- ja pelipaikoille ja oleskelutiloille. Tämän lisäksi voidaan valaista puita, pensaita, patsaita, suihkulähteitä ja maaston erityispiirteitä. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

Suunnittelija tekee valaistussuunnitelman standardin ohjeiden mukaan. Tämän lisäksi kunnilla on omat näkemyksensä oikeaoppisesta valaistuksesta. Lopullinen suunnitelma sisältääkin standardin ohjeiden lisäksi vielä kuntakohtaiset tarkennukset.

Ulkovalaistuksen suunnitteluun liittyy oleellisesti myös kohteen sijainti. Kohteen luokittelu sijainnin perusteella esitetään taulukossa 3. Tässä alueet erotellaan sijainnin ja siihen liittyvän valaistusympäristön perusteella. Taulukossa 4 esitetään häiriövalon raja-arvot eri valaistus alueilla. Taulukosta huomataan, että kaupunkialueella saa valaistussuunnittelussa muodostua enemmän häiriövaloa. Toisaalta luonnontilaisessa tai maalaismaisessa kohteessa häiriövaloa ei saa muodostua melkein ollenkaan.

Taulukko 3. Alueluokittelu. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

Alue	E1	E2	E3	E4
Ympäristö	luonnontilainen	maalaismainen	esikaupunki	kaupunki
Valaistusympäristö	pimeää	vähäistä alueellista valaistusta	keskitasoista alueellista valaistusta	voimakasta alueellista valaistusta
Esimerkiksi	kansallispuisto	teollisuus- tai asuinalueet maaseudulla	teollisuus- tai asuinalueet esikaupunkialueella	kaupunkien keskustat tai kauppa-alueet

Taulukko 4. Häiriövalon raja-arvot. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

Alue	Asennuksen ylä-puolinen valo	Valaistusvoimakkuus ikkunoissa		Valovirta kohteeseen		Rakennusten pintojen luminanssi	
	ULR %	E_v lx		I kcd		L_{av} cd/m²	L_{max} cd/m²
		ilta-aika	yöaika	ilta-aika	yöaika	ilta-aika	
E1	0	2	1	2,5	0,0	0	0
E2	5	5	1	7,5	0,5	5	10
E3	15	10	2	10	1,0	10	60
E4	25	25	5	25	2,5	25	150

3 VALAISTUSVAATIMUSTAULUKOT

Standardit esittävät valaistusvaatimustaulukoita ulko- ja sisätiloille. Vaatimukset riippuvat tilan tai alueen käyttötarkoituksesta. Seuraaviin kappaleisiin on koottu työhön oleellisesti liittyvät taulukot.

3.1 Sisätiloille

Eurooppalaisessa sisävalaistusstandardissa SFS 12464-1 Valo ja valaistus löytyy eri tiloille valaistusvaatimustaulukkoja. Taulukoita 5-9 hyödynnetään työtä tehtäessä.

Sarakkeiden selitykset:
Sarake 1 ilmaisee ne alueet, tehtävät tai toiminnat, joita annetut vaatimukset koskevat.
Sarake 2 ilmaisee keskimääräisen ylläpidettävän valaistusvoimakkuuden E_m.
Sarake 3 ilmaisee *UGR*-häikäisyindeksin maksimiarvon.
Sarake 4 ilmaisee valaistusvoimakkuuden tasaisuuden U_0 vähimmäisarvon.
Sarake 5 ilmaisee pienimmän sallitun värintoistoindeksin (R_a).
Sarake 6 ilmaisee erityisvaatimuksia sarakkeessa 2 esitetyille tilanteille.

Taulukko 5. Toimistojen valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tila, tehtävä tai toiminta	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_0 –	R_a –	**Erityisvaatimukset**
Arkistointi, kopiointi, jne.	300	19	0,40	80	
Kirjoittaminen, konekirjoitus, lukeminen, tietojenkäsittely	500	19	0,60	80	Tietokonenäytöt, katso 4.9
Tekninen piirtäminen	750	16	0,70	80	
CAD-työasemat	500	19	0,60	80	Tietokonenäytöt, katso 4.9
Neuvottelu- ja kokoushuoneet	500	19	0,60	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä.
Vastaanottotiski	300	22	0,60	80	
Arkistot	200	25	0,40	80	

Taulukko 6. Oppilaitoksen valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tila, tehtävä tai toiminta	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Erityisvaatimukset
Luokkahuoneet, opetustilat	300	19	0,60	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Luokkahuoneet iltakäytössä ja aikuisopiskelijoille	500	19	0,60	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Auditorio, luentosali	500	19	0,60	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä erilaisiin A/V -tarpeisiin
Liitutaulut ja kirjoitustaulut	500	19	0,70	80	Suuntaheijastumisia on vältettävä Esiintyjä/opettaja on valaistava sopivalla pystysuoralla valaistusvoimakkuudella
Havaintopöytä	500	19	0,70	80	Luentosaleissa 750 lx
Piirustussalit	500	19	0,60	80	
Piirustussalit taidekoulussa	750	19	0,70	90	5 000 K < T_{CP} 6 500 K.
Teknisen piirustuksen salit	750	16	0,70	80	
Harjoitussalit ja laboratoriot	500	19	0,60	80	
Käsityöluokat	500	19	0,60	80	
Teknisen työn opetustilat	500	19	0,60	80	
Musiikkiluokat	300	19	0,60	80	
ATK-luokat (valikko-ohjaus)	300	19	0,60	80	Tietokonenäytöt, katso 4.9
Kielistudiot	300	19	0,60	80	
Valmisteluhuoneet ja työpajat	500	22	0,60	80	
Sisäänkäyntihallit	200	22	0,40	80	
Kulkuväylät, käytävät	100	25	0,40	80	
Portaat	150	25	0,40	80	
Oppilaiden yhteistilat ja kokoontumistilat	200	22	0,40	80	
Opettajainhuoneet	300	19	0,60	80	
Kirjasto: kirjahyllyt	200	19	0,60	80	
Kirjasto: lukutilat	500	19	0,60	80	
Opetusvälinevarastot	100	25	0,40	80	
Urheiluhallit, voimistelusalit, uima-altaat	300	22	0,60	80	Katso harjoitustilanteita varten EN 12193.
Kouluruokalat	200	22	0,40	80	
Keittiö	500	22	0,60	80	

Taulukko 7. Yleisten tilojen valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tila, tehtävä tai toiminta	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Erityisvaatimukset
Kahvihuoneet	200	22	0,40	80	
Lepohuoneet	100	22	0,40	80	
Kuntoilutilat	300	22	0,40	80	
Vaatehuoneet, pesutilat, kylpyhuoneet, WC	200	25	0,40	80	Jokaisessa erillisessä WC:ssä, jos ne ovat täysin suljettuja.
Sairashuone	500	19	0,60	80	
Lääkintähuone	500	16	0,60	90	4 000 K ≤ T_{CP} ≤ 5 000 K

Taulukko 8. Liikkumisalueiden valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tila, tehtävä tai toiminta	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Erityisvaatimukset
Liikennealueet ja käytävät	100	28	0,40	40	• lattiatasolla • R_a ja UGR kuten viereisillä alueilla • 150 lx, mikäli reitillä on ajoneuvoja • Ulos- ja sisäänkäynnin valaistuksen tulee muodostaa sopeutumisvyöhyke sisä- ja ulkotilan välisen jyrkän valaistusvoimakkuuseron välttämiseksi päivällä tai yöllä. • Ajoneuvojen kuljettajien ja jalankulkijoiden häikäistymisen välttämiseen on kiinnitettävä huomiota.
Portaikot, liukuportaat, liukukäytävät	100	25	0,40	40	Vaatii parannetun kontrastin porrasaskelmilla.
Hissit	100	25	0,40	40	Valaistusvoimakkuuden hissin edessä tulisi olla vähintään $\bar{E}_m$ = 200 lx.
Ajoluiskat, lastausalueet	150	25	0,40	40	

Taulukko 9. Teknisten tilojen valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011)

Tila tehtävä tai toiminta	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Erityisvaatimukset
Talotekniset tilat, kytkentälaitetilat	200	25	0,40	60	
Telex- ja postihuoneet, puhelinkeskus	500	19	0,60	80	

3.2 Ulkotiloille

Eurooppalaisessa ulkovalaistusstandardissa SFS 12464-2 Light and lighting löytyy eri ulkotiloille valaistusvaatimustaulukkoja. Myös ST-kortissa 58.09 on annettu ohjeita ulkovalaistuksen suunnitteluun. Taulukoita 10 ja 11 hyödynnetään työtä tehtäessä.

Sarakkeiden selitykset:

Sarake 1 ilmaisee ne alueet, tehtävät tai toiminnat, joita annetut vaatimukset koskevat.

Sarake 2 ilmaisee keskimääräisen ylläpidettävän valaistusvoimakkuuden E_m.

Sarake 3 ilmaisee valaistusvoimakkuuden tasaisuuden U_0 vähimmäisarvon.
Sarake 4. ilmaisee *GL*-häikäisyindeksin maksimiarvon.
Sarake 5 ilmaisee pienimmän sallitun värintoistoindeksin (R_a).
Sarake 6 ilmaisee erityisvaatimuksia sarakkeessa 2 esitetyille tilanteille.

Taulukko 10. Yleisten liikkuma-alueiden valaistusvaatimukset. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09, 2003)

Alueen ja toiminnon tyyppi	E_m lx	U_0	GR_L	R_a	Huom.
Kevyen liikenteen väylät ja pihakadut	5	0,25	50	20	
Liikennealueet, joissa maksimi nopeusrajoitus on 10 km/h	10	0,40	50	20	
Liikennealueet, joissa maksimi nopeusrajoitus on 40 km/h	20	0,40	45	20	Telakoilla GR_L voi olla 50
Suojatiet sekä kääntö-, lastaus- ja purkupaikat	50	0,40	50	20	

Taulukko 11. Parkkipaikkojen valaistusvaatimukset. (Eurooppalainen ulkovalaistusstandardi, 2014) Muokattu

Alueen ja toiminnon tyyppi	E_m lx	U_0	GR_L	R_a	Huom.
Vähän liikennettä. Kauppojen parkkipaikat	5	0,25	55	20	
Enemmän liikennettä. Isompien kauppojen, toimistorakennusten ja tehtaiden parkkipaikat	10	0,25	50	20	
Paljon liikennettä. Kauppakeskusten, Urheiluhallien ja rakennuskompleksien parkkipaikat	20	0,25	50	20	

Työkohteessa on näiden alueiden lisäksi myös leikkikenttä. Leikkikentän valaistusohjeita ei ole suoraan löydettävissä standardista. Leikkikentän yleiseen suunnitteluun on kuitenkin tehty RT-kortti 89-10966. Kortin ohjeen mukaan valaistusvoimakkuus leikkialueella ja kulkureiteillä tulee olla 5 lx. Tämän lisäksi leikkialueen pääsisäänkäynneillä tulee valaistusvoimakkuuden olla 20 lx. Valaisimien sijoittaminen tulee tehdä niin että niihin ei ole törmäysvaaraa. (RT-kortisto, 2009)

SFS 12464-2 Light and lighting ei ota suoraan kantaa sisäänkäyntien, portaiden ja luiskien valaistusvoimakkuuteen, joten käytetään samoja valaistusvoimakkuuksia kuin muuallakin piha-alueella ja suunnitellaan riittävä valaistus.

4 DALI

DALI lyhenne tulee sanoista Digital Addressable Lighting Interface, joka tarkoittaa digitaalista osoitteellista valaistuksen rajapintaa. Tätä kutsutaan yleisesti digitaaliseksi valaistuksenohjausjärjestelmäksi. Se perustuu kansainvälisiin standardeihin IEC 62386 ja IEC 60929, joista ensimmäinen on DALI standardi ja toinen on liitäntälaite standardi. Se on kehitetty suurten valaisin- ja liitäntälaitevalmistajien yhteistyönä 1990-luvun lopussa. (Kallioharju, 2012)

DALI- järjestelmän nykyisestä standardoinnista vastaa DiiA, joka tulee sanoista Digital Illumination Interface Alliance. He jatkavat DALI-standardien kehittämistä, sekä vastaavat laitteiden rekisteröinnistä ja sertifioinnista. (Digital Illumination Interface Alliance, 2017)

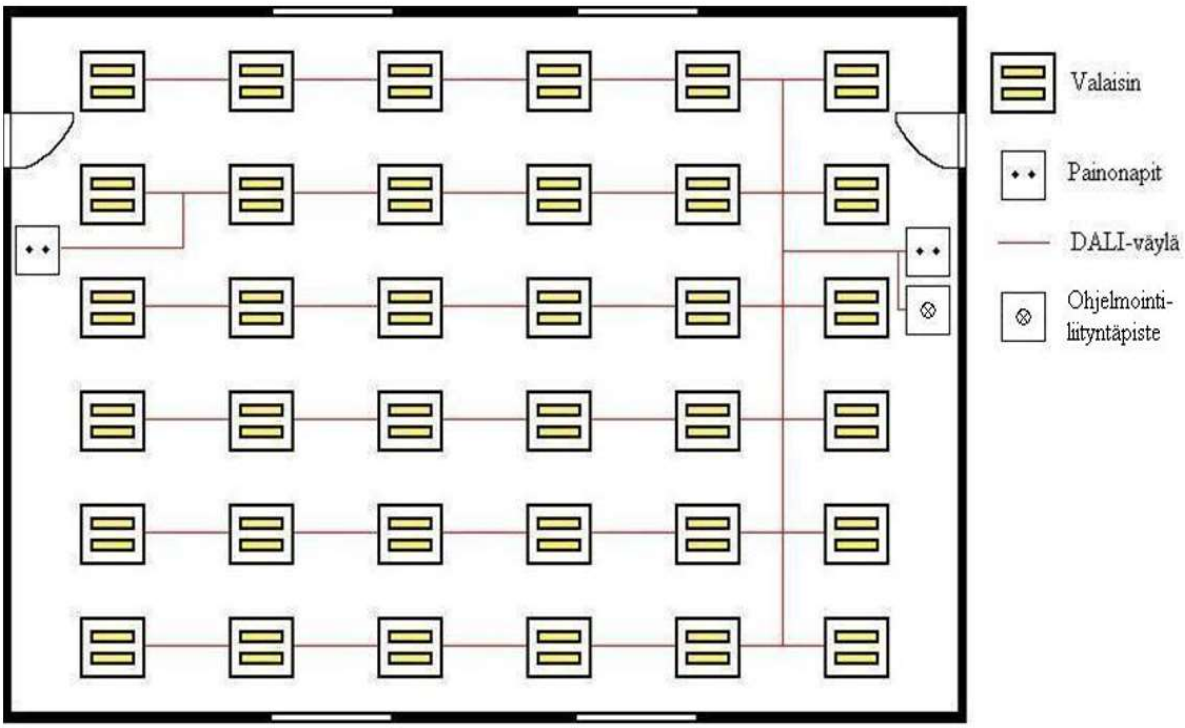
4.1 Järjestelmä ja sen rakenne

DALI on digitaaliseen väylätekniikkaan perustuva osoitteellinen ja kaksisuuntainen valaistuksenohjausjärjestelmä. Se voi muodostua yksinkertaisimmillaan tehonlähteestä, ohjainlaitteesta, valaisimen DALI-liitäntälaitteesta sekä kaksijohtimisesta DALI-väylästä. Kuitenkin se voi olla reitittimien avulla jopa 12800 DALI-laitteen järjestelmä, joka on vielä kytketty toiseen järjestelmään. Toisena järjestelmänä voi toimia esimerkiksi KNX-kiinteistöautomaatio. (Kallioharju, 2012) KNX-järjestelmällä voidaan ohjata valaistuksen lisäksi myös lämmitystä, jäähdytystä ja ilmanvaihtoa. (Aho, 2017).

Järjestelmän etuna on yksinkertaisella johdotuksella ja ohjelmoinnilla saatava säädettävä ja helposti muunneltava valaistusratkaisu, joka on vielä energiaa säästävä. Tämä tarkoittaa kykyä muokata valaistuksen toimintaa ilman johdotusmuutoksia, sekä tiloihin tehtäviä tilanneohjauksia ja vakiovalonsäätöä. Energiansäästön lisäksi tämä lisää tilan viihtyvyyttä, sekä antaa tilalle useita käyttömahdollisuuksia. (Kallioharju, 2012)

Yhden DALI-väylän koko on suurimmillaan 64 laitetta, mutta reitittimien avulla väyliä voidaan yhdistää suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Yhden reitittimen avulla voidaan liittää kaksi väylää toisiinsa ja näin kasvattaa verkon kokoa kaksinkertaiseksi. Myös reitittimiä pystytään kytkemään toisiinsa käyttäen Ethernet-kytkintä ja Ethernet-kaapelia, joka kasvattaa verkon kokoa entisestään. DALI-järjestelmä tarvitsee virtalähteen, joka syöttää järjestelmää. Virtalähteen maksimivirta saa olla 250 mA ja väylässä ei saa olla kahta virtalähdettä samaan aikaan. (Kallioharju, 2012) Useimmiten virtalähde on reitittimessä, jolloin erillistä virtalähdettä ei tarvita. Väylän maksimivirran takia suunnittelijan tulee laskea DALI-laitteiden vaatimat virrat ja varmistaa virran riittäminen väylälle. Työssä virran riittämisen laskentaan käytetään Helvarin DALI-laskentatyökalua, jonka versio on 1,7.

DALI-väylän topologia kaapeloinnissa on sarjaan, tähtimuotoon tai niiden yhdistelmään. Rengasverkko ei ole suositeltu. (Aho, 2017) Käytettävä rakenne kannattaa miettiä ottaen huomioon kytkentävirheiden mahdollisuus ja kaapelointimatkan minimointi. Kuvassa 2 esitetään malli DALI-väylän topologiasta. Se on toteutettu sarjakytkennän ja tähtimuodon yhdistelmällä.



Kuva 2. DALI-väylän topologia. (Kallioharju, 2012)

4.2 Ohjaus

DALI-järjestelmässä valaisinten liitäntälaitteet luovat laitteille yksilölliset laiteosoitteet, jotka varmistavat laitteiden tunnistamisen. Tämän lisäksi ohjausyksikkö määrää laitteille lyhytosoitteet, joita käytetään laitteiden ohjaustoimintoihin. Yksi DALI-alue voi sisältää 16 ryhmää, joista jokaiselle voidaan asettaa ryhmäkohtaiset valaistustilanteet. Yksittäinen päätelaite voi kuulua useaan eri ryhmään. Tämän lisäksi valaisimen liitäntälaitteeseen pystytään tallentamaan valaistustilanteita, joita voi olla enintään 16 erilaista. Näitä voidaan ohjata esimerkiksi painonapeilla tai kaukosäätimillä. Ohjainlaitteeseen tallennetaan tieto lähetettävästä komennosta, sekä laitteista joille se lähetetään. (Kallioharju, 2012)

Valaisimella on DALI-järjestelmässä digitaalisia valotasoja 255. Tämä tarkoittaa valotason ollessa 0 on valaisimen kirkkaus 0% ja valotason ollessa 254 on valaisimen kirkkaus 100%. Tätä pystytään hyödyntämään valaistustilanteita ja vakiovalonohjausta suunniteltaessa. Jos ohjauksessa halutaan ottaa huomioon jakso- tai aikaohjaus, tulee järjestelmässä olla kosketusnäyttö tai reititin, joissa on sisäänrakennettu kello. (Kallioharju, 2012) Helvarin kaikissa reitittimissä on sisäänrakennettu kello.

Lopullinen ohjelmointi DALI-järjestelmään tehdään ohjelmoimalla tietokoneella. Järjestelmän ohjelmointia varten tulee olla sopiva ohjelma. Opinnäytetyössä käytetään Helvarin tuotteita, joten tässä tapauksessa ohjelmointi kannattaisi tehdä käyttäen Helvar Designer-ohjelmistoa.

4.3 DALI 2

DALI-standardi on saanut kattavamman DALI 2-standardin, jota kehitetään edelleen. Standardi löytyy IEC 62386 standardin toisena versiona. Tähän standardiin on lisätty uusi osa ohjauslaitteista, sekä täydennetty edellistä muun muassa uusien ominaisuuksien osalta. DALI 2-laitteet on suunniteltu niin, että ne toimivat myös ensimmäisen DALI-standardin laitteiden ympäristössä. DALI 2-standardin täyttävät laitteet saavat sertifikaatin, sekä laitteiden tiedot löytyvät DiiA:n kotisivulta. Tämän avulla suunnittelija voi tarkastaa laitteiden yhteensopivuuden. (Digital Illumination Interface Alliance, 2017)

4.4 Kaapelointi

DALI-kaapeloinnin tulee olla verkkojännitteen kestävää. Sen ei kuitenkaan tarvitse olla parikierrettyä, eristettyä eikä siinä tarvita päätevastuksia. Toisaalta häiriöalttiissa kohteissa suositellaan käytettäväksi suojattua ja parikierrettyä kaapelia. Kahden laitteen välinen maksimietäisyys on riippuvainen käytetystä kaapelista. Kaapelointimatkat eri kaapeleille nähdään taulukosta 12. Väylän maksimipituus on 300 m (Aho, 2017) Jos väylän tarvitsee olla yli 300 m, täytyy käyttää väylän pituutta lisääviä komponentteja, kuten DALI toistinta.

Taulukko 12 Kaapelin pituus suhteessa paksuuteen

Kaapelointimatka (m)	Kaapelin paksuus (mm^2)
0-100	0,5
100-150	1
150-300	1,5

4.5 Komponentit

Työssä käytössä olevat DALI-komponentit ovat Helvarin tuotteita. Alla esitetään Helvarin vaihtoehtoja DALI-järjestelmän muodostamiseen. Kohteessa käytettyjen laitteiden datalehdet esitetään liitteessä 1.

4.5.1 Digidim 910-reititin

Digidim 910-reititin näkyy kuvassa 3. Tässä reitittimessä on kaksi 250 mA:n virtalähdettä, joilla muodostetaan kaksi väylää. Nämä väylät mahdollistavat enimmillään 128:n laitteen yhdistämisen. (Helvar, 2016). Helvarilla on myös Digidim 905-reititin, jossa on vain yksi väylä. Jos reitittimiä tarvitaan useampi, niin ne kytketään toisiinsa Ethernet-kytkimellä, sekä Ethernet-kaapelilla. Tämän avulla voidaan kaikkia väyliä ohjata yhdessä.

Kuva 3. Digidim 910-reititin. (Helvar, 2016)

4.5.2 Rele 494

Helvarin releyksikkö voidaan ohjelmoida DALI-väylän avulla. Tämä tarkoittaa, että rele päästää sähkön eteenpäin, silloin kun ohjelmalliset rajoitukset täyttyvät. Työssä releyksikön avulla voidaan ohjata pihavalaistusta yhdessä ulkovaloanturin ja kellokytkimen avulla. Näin valot syttyvät vasta kun ulkona on tarpeeksi pimeää, sekä kellonaika on sopiva. Releyksikkö nähdään kuvasta 4.

Kuva 4. Releyksikkö 494. (Helvar, 2016)

4.5.3 DALI toistin 405

Kuvassa 5 esitetään 405 DALI-toistin, jonka avulla DALI-väylän pituus voidaan kasvattaa 600 metriin. (Helvar, 2016). Tämän lisäksi on 406 malli, jonka voi asentaa suoraan keskuksen DIN-kiskoon. Reititin syöttää ensimmäiseen alueeseen 250 mA ja toistin toiseen alueeseen 250 mA. Tätä voidaan hyödyntää, kun väylään kytketään paljon virtaa vieviä komponentteja, kuten liiketunnistimia. Toistimia voidaan kytkeä useampia samaan väylään, kunhan ne ovat rinnankytkettyjä. Toistimia ei saa kytkeä sarjaan väylässä.

Kuva 5. 405 DALI-toistin. (Helvar, 2016)

4.5.4 Läsnäoloilmaisimet, liiketunnistimet ja muut sensorit

Tehokkaan valaistuksen ohjauksen ja energiansäästön avuksi kannattaa käyttää läsnäoloilmaisimia ja liiketunnistimia. Läsnäolotunnistin kytkee valot päälle, kun huoneessa on joku ja sammuttaa ne, kun huoneessa ei ole ketään. Liiketunnistimen ja läsnäoloilmaisimen ero on herkkyys. Läsnäoloilmaisin tunnistaa tilassa olevan ihmisen pienestä liikkeestä, mutta liiketunnistin vaatii suuremman liikkeen. Jos haluaa entisestään tehostaa energiansäästöä niin kannattaa käyttää myös vakiovalonohjausta.

Kuvissa 6-8 on esitetty Helvarin ratkaisut. Heillä ei ole suoranaisesti eroteltu liike- ja läsnäolotunnistusta vaan heidän laitteensa pystyvät suoriutumaan molemmista tehtävistä. Ensimmäisenä on kattoasenteinen PIR-tunnistin. Toisessa on liiketunnistuksen lisäksi myös vakiovalo-ohjaus. Viimeisessä kuvassa on mikroaaltotunnistin, mutta ei vakiovalo-ohjausta. Työssä ei kannata käyttää mikroaaltotunnistimia, koska ne ovat liian herkkiä. Tämän takia valot syttyisivät turhaan. Tiloissa joissa tarvitaan liiketunnistimen lisäksi myös vakiovalo-ohjausta, käytetään 312 multisensoria ja lopuissa liiketunnistusta vaativissa tiloissa käytetään 311 liiketunnistinta. Helvarin tuotteet asennetaan uppoasennuksena. Pinta-asennus on mahdollinen, kun käytetään SBB-A pinta-asennuskoteloa.

Kuva 6. 311 Kattoasenteinen liiketunnistin. (Helvar, 2016)

Kuva 7. 312 DALI-Multisensori. (Helvar, 2016)

Kuva 8. Kääntyvä mikroaaltotunnistin. (Helvar, 2016)

Tehokkaan ulkovalaistuksen käytön tukena käytetään ulkovaloanturia. Tämän avulla ulkovalaistus syttyy, kun on tarpeeksi pimeää. Tämän avuksi voidaan vielä ottaa kellokytkin, joka varmistaa valojen syttymisen oikeaan kellonaikaan. Ulkovaloanturi nähdään kuvassa 9.

Kuva 9. 329 Ulkovaloanturi. (Helvar, 2016)

4.5.5 Sisäänmenoyksiköt

Helvarin 942 sisäänmenoyksikkö on suunniteltu ulkoisten kytkimien, sensorien, kellokytkimien ja muiden päällä/pois -kytkinten liittämiseen valonohjausjärjestelmään. Kytkintiedot voivat olla hetkellisiä tai lukittuvia, joita seuraava toiminto voidaan ohjelmoida tai käyttää logiikkatietona. (Helvar, 2016) Keskukseen sijoitettava laite on esitetty kuvassa 10 ja kojerasiaan sijoitettava laite esitetään

kuvassa 11. Työssä näille komponenteille ei ole tarvetta, sillä kaikki DALI-valaisimet kytketään DALI-yhteensopiviin paneeleihin.

Kuva 10. 942 Sisäänmenoyksikkö. (Helvar, 2016)

Kuva 11. Mini sisäänmenoyksikkö. (Helvar, 2016)

4.5.6 Paneelit

Valaistuksen ohjaukseen tarvitaan DALI-yhteensopivat modulaariset paneelit, jollei käytetä sisäänmenoyksikköjä. Painikkeiden määrä riippuu tilasta ja halutuista valaistustilanteista.

Helvarin 135 W paneeli esitetään kuvassa 12. Tämä paneeli on sopiva luokkatiloihin, sillä paneelissa on 4 tilannetta, valaistusvoimakkuuden säätö ja pois päältä painike. Pieniin tiloihin, jotka ei vaadi erillisiä valaistustilanteita kannattaa käyttää perinteistä päälle/pois painiketta, joka esitetään kuvassa 13. Tämän painikkeen voi myös ohjelmoida säätämään valaistusvoimakkuutta pidempikestoisilla painalluksilla.

Kuva 12. 135 W paneeli. (Helvar, 2016)

Kuva 13. 131 W paneeli. (Helvar, 2016)

Pieniin toimistoihin kannattaa käyttää seinäasenteista läsnäolotunnistinta, jossa on myös manuaalinen valonsäädön mahdollisuus. Tämä tietenkin vaatii tilan muodon ja dimensioiden olevan sopivia tunnistimen alueeseen. Näiden ehtojen täyttyessä kannattaa käyttää kuvan 14 paneelia. Työssä olevat toimistot eivät kuitenkaan ole sopivia tälle, koska katvealueista tulisi liian suuria.

Kuva 14. 318 Seinäasenteinen läsnäolotunnistin paneelilla. (Helvar, 2016)

4.6 DALI väylän laskenta

Työssä väylävirtojen laskentaan käytetään Helvarin laskentatyökalua. Ohjelman versio on 1,7 ja se on päivitetty 30.5.2017. Laskentatyökalun sain Elcoline Construction Oy:ltä. Työkalussa on jokainen Helvarin komponentti ja niiden virrankulutus selvillä. Suunnittelija merkitsee ohjelmaan käyttämänsä komponentit ja ohjelma ilmoittaa väylävirtojen ja osoitteiden riittävyyden. Tämän avulla voidaan tehdä kaapelointiin muutoksia ja ottaa väylään tarvittaessa toistimia käyttöön. Kuvassa 27 esitetään yhden väylän laskenta. Kaikkien väylien laskenta esitetään liitteessä 2.

Helvar freedom in lighting

Helvar Oy Ab
Valonohjausjärjestelmät
Versio 1.7

www.helvar.com

30.5.2017

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidätetään

30 | 216

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm^2 kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden määrä/laite	Virrankulutus/ laite (mA)	Laitteiden määrä väylällä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus yhteensä (mA)	Ulkoinen virtalähde	HUOM!
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	18	18	36		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
169xx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
19xxx + 29x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	12	12	180		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		

Kuva 15. Väylälaskenta

5 VALAISTUSSUUNNITTELU

Valaistussuunnittelu aloitetaan mallintamalla koulurakennus ja sen piha käyttäen apuna DiaLux-valaistuslaskentaohjelmaa. Tämän jälkeen verrataan käytössä olevat valaisimet ja lähdetään mitoittamaan valaistus tiloihin sopivaksi. Dialux suunnittelun jälkeen tehdään valaistuspiirustukset Autocad-suunnitteluohjelmistolla.

5.1 DiaLux-ohjelmisto

Työssä käytetään DiaLux evo 7,1:stä. Tämän ohjelman avulla pystytään yksittäisistä huoneista, kokonaisista rakennuksista ja piha-alueista luomaan 3D-malleja. Mallinnuksen jälkeen DiaLuxilla pystytään sijoittamaan valaisimia tiloihin ja näkemään tila valaistuna. Tilan mallinnuksen jälkeen DiaLuxin avulla voidaan laskea tilan valaistustiedot ja verrata standardin antamiin arvoihin. Muutamia kohteen DiaLux-mallinnuksen laskentatuloksia esitetään liitteessä 3. Loput laskentatulokset ja itse mallinnus toimitetaan suoraan yrityksen sisäiseen käyttöön.

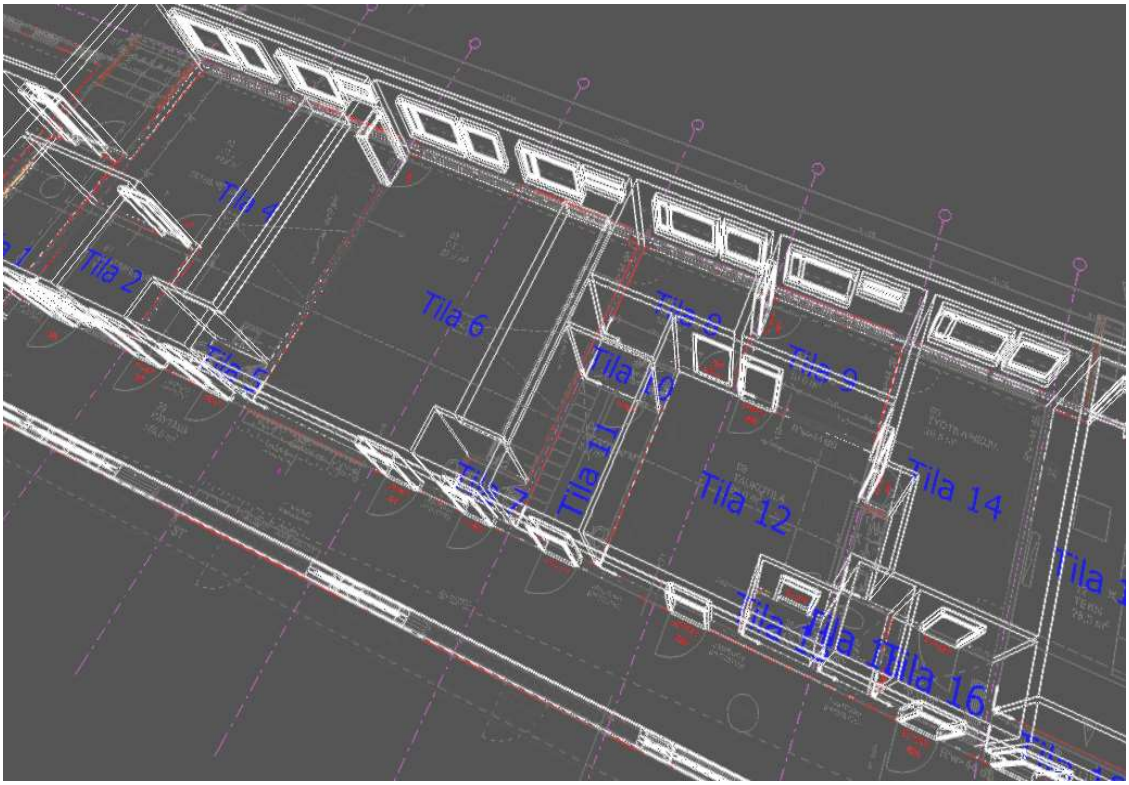
Ohjelmaa käyttäen voidaan tarkastaa sisätilasta valaistusvoimakkuus, valaistusvoimakkuuden tasaisuus, *UGR*-häikäisyindeksi, sylinterivalaistusvoimakkuus ja sen tasaisuus. Ulkotiloista voidaan tarkastaa valaistusvoimakkuus, valaistusvoimakkuuden tasaisuus ja estohäikäisyn luokitus *GR*.
(Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017)

5.1.1 Rakennuksen ja sen tilojen mallintaminen

Rakennuksen mallintamisen apuna voidaan käyttää kohteen DWG-muodossa olevaa pohjapiirustusta. Tämän avulla voidaan helposti määrittää rakennuksen koko ja siinä olevat tilat. DiaLuxin avulla pystytään mallintamaan myös monikulmaisia tiloja. Tilojen dimensioiden määrittämisen jälkeen voidaan tasokuvasta katsoa ikkunoiden ja ovien paikat. Näiden elementtien kokotiedot pystytään määrittämään vastaamaan kohteen tietoja. On tärkeää mallintaa ikkunat oikean kokoisena ja oikeille paikoille, sillä DiaLuxilla pystytään määrittämään rakennuksen sijainti ja simuloimaan tuleva auringonvalo. Toisaalta kohteen ollessa Suomessa tulee valaistuslaskennat suorittaa ilman auringonvaloa ikkunoista, sillä laskenta tulee tehdä aina huonoimman mahdollisen tilanteen mukaan. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017)

DiaLuxilla pystytään tiloihin lisäämään tilaelementtejä, kuten pylväitä, pilareita ja kaltevuuksia kattoon ja lattiaan. Tämän avulla voidaan kuvata tiloissa olevia alakattorakenteita ja LVI-koneita. Tilojen kalustaminen on mahdollista käyttäen erilaisia objekteja, mutta tämä kannattaa tehdä vain suurimmille kiinteille kalusteille käyttäen kuutioita ja pylväitä. Huoneiden tarkka kalustaminen on mahdollista, mutta se on järkevää vain tiloihin, josta halutaan luoda realistisia havainnekuvia. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017) Tilojen kiinteät kalusteet voidaan katsoa kalustekuvasta ja alakattorakenteet alakattokaaviosta. Työssä huonekaluja tulee opetus- ja toimistotiloihin.

Kuvassa 16 nähdään näkymä DiaLux-mallintamisesta. Kuvassa on mallinnettu rakennus ja sen tilat käyttäen apuna DWG-muodossa olevaa pohjapiirustusta. Ikkunoiden koko- ja korkotietojen sijoittamisen apuna on käytetty kalustekuvaa. Luokkahuonetiloissa, kuten tilassa 4 ja 6 näkyy LVI-koneesta johtuva alakattorakenne. Kohteessa alakattorakenteita on muutamalla eri korkeudella. Käytävässä on esimerkiksi 2,3 m korkeudessa alakattorakenne, joten sinne liiketunnistimien sijoittaminen on erilaista kuin muualle rakennukseen.



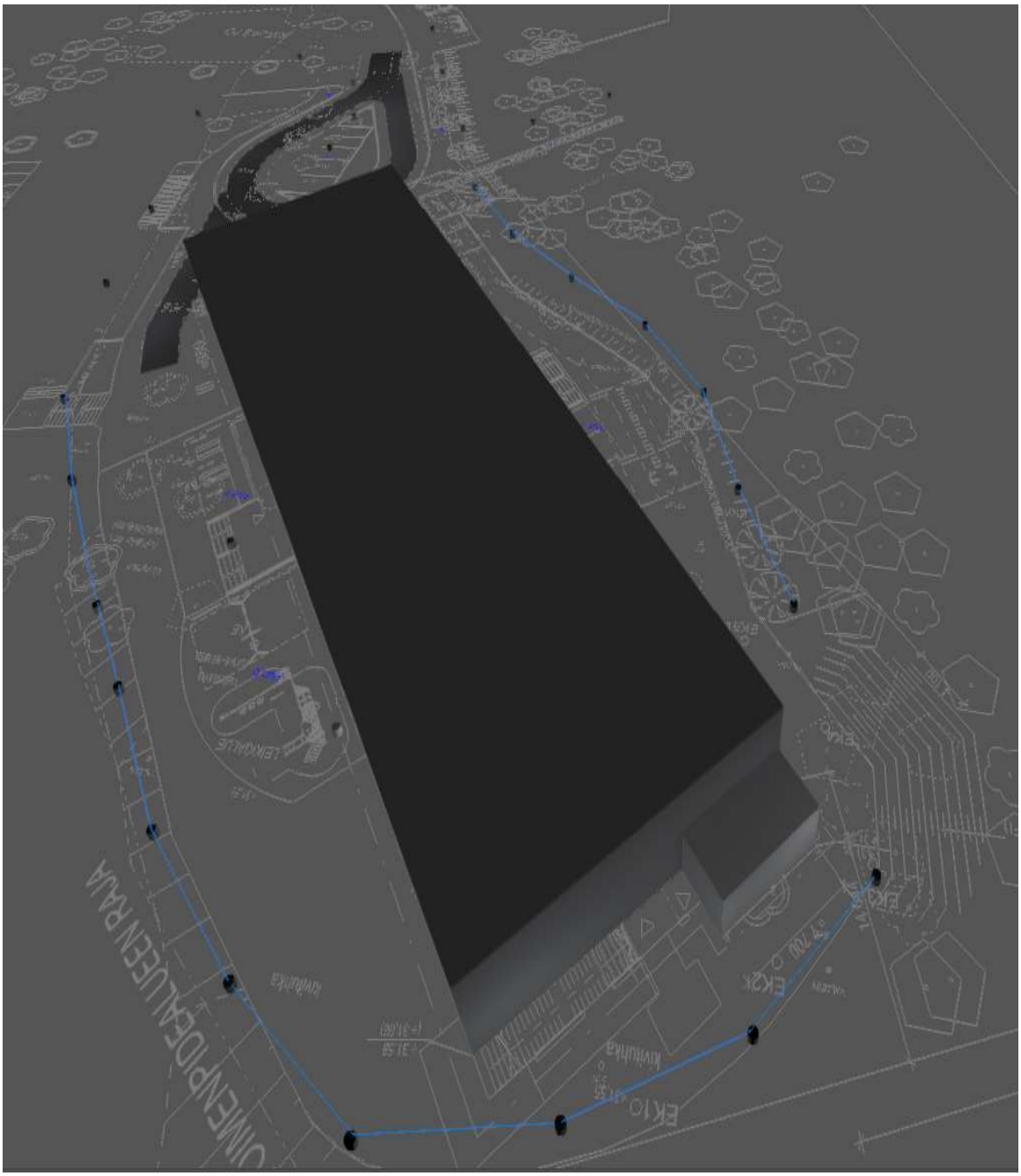
Kuva 16. Tilojen mallintaminen DiaLux-ohjelmalla.

Dialuxissa on ominaisuus, jolla jokaisen tilan käyttötarkoitus voidaan määrittää ja tarvittaessa muuttaa valmiita valaistusvaatimuksia. Tämän avulla vaatimukset voidaan päivittää vastaamaan standardien ohjeita. Laskentaa suoritettaessa ohjelma ilmoittaa suoraan valaistuksen riittävyydestä tilan valaistusvaatimuksiin nähden.

5.1.2 Ulkoalueen mallintaminen

Ulkoalueen mallintaminen on usein sisätiloja vaikeampaa, sillä alueet ovat suuria ja monimuotoisia. Mallintamisen apuna kannattaakin käyttää pihasuunnitelmaa ja asemapiirrosta**.** Rakennusten paikalle kannattaa lisätä sopivan kokoiset kuutiot varjojen ja heijastuksien kuvaamiseksi. Rakennuksen korkeudella ei ole väliä, jos se on korkeampi kuin valaistuspylväs. Rakennuksen ollessa matalampi kuin valaistuspylväs tulee korkeus mallintaa tarkasti, koska valoa saattaa kulkeutua myös rakennuksen yli. Laskelmien hyödyntämisen kannalta on järkevää tehdä sopivan kokoisia laskelma-alueita. Pihan korkeuseroilla on vaikutusta valaistukseen, joten helpoimmalla selviää jakamalla ulkoalue ylä- ja alapihoihin. Laskenta suoritetaan siten, että yläpihan valaisimet eivät vaikuta alapihan laskentatuloksiin ja päinvastoin. Korkeuserojen mallintamista ei kannata tehdä vakiokappaleilla, sillä se on liian aikaa vievää. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017)

Kuvassa 17 esitetään valmis ulkoalueen mallinnus kohteesta. Kuvassa alueet on mallinnettu samalle tasolle eli ei ole korkeuseroja. Kuitenkin parkkialue, leikkialue ja saattoalue on DiaLuxilla määritetty erikseen, jolloin valaistusvoimakkuutta ja sen tasaisuutta voidaan tarkastella aluekohtaisesti. Työssä hieman hankaluutta teki se, että päärakennus ja ulkoalue eivät oikeasti olleet samalla paikkaa. Kuitenkin ulkoalue saadaan liitettyä päärakennuksen kanssa samaan sähkökuvaan piirikaavioiden ja pääkaavioiden avulla.



Kuva 17. Ulkoalueen mallintaminen DiaLux-ohjelmalla.

6 VALAISIMET

Työssä käytettävät valaisimet ovat valittu Elcolinen antamien valaisinvaihtoehtojen mukaan. Näistä valaisimista valitaan sopivat erilaisten tilojen käyttötarpeiden mukaan. Värilämpötila on käytetyissä sisä- ja ulkovalaisimissa 4000K, jotta kaikki tuntisivat valaistuksen normaalina eikä häiritsevänä. 4000K arvo vastaa taulukon 2 mukaan neutraalia. Työn sisä- ja ulkoalueiden värintoistoindeksin vaatimukset nähdään taulukoista 5-11. Tämän mukaan suurin vaadittu R_a arvo on 80. Työssä käytetyistä sisävalaisimista kaikki täyttävät tämän vaatimuksen. Ulkovalaistukselle värintoisto tarvitsee olla vain 20 ja tämän täyttää jokainen työssä käytetty ulkovalaisin. Tämän lisäksi kaikki työssä käytettävät valaisimet ovat LED-valaisimia.

Rakennuksen sisäalueet koostuvat opetustiloista, kulkureiteistä, teknisistä tiloista, toimistoista, sairaanhoidontilasta, tauko- ja sosiaalitilasta, sekä WC tiloista. Ulkoalueet sisältävät kävelykatuja, parkkipaikan ja leikkikentän. Sopivat valaisimet valitaan tilojen- ja alueenvaatimusten mukaisesti, jotka nähdään taulukoista 5-11.

6.1 DALI-valaisimet

6.1.1 Opetustilat

Yleisvalaistukseen opetustiloissa käytetään kuvan 18 valaisinta. Tällä valaisimella saavutetaan tarvittava valaistusvoimakkuus ja sen tasaisuus opetustiloihin. Valaisin on myös DALI ohjattava, jonka avulla tiloihin voidaan suunnitella myös erilaisia valaistustilanteita. Tämän lisäksi opetustiloissa on tärkeää olla hyvä näkyvyys taululle, joka toteutuu kuvan 19 valaisimella. Tauluvalaisimen oikeaoppinen sijoitus on tärkeää, sillä oikein sijoitettuna valoa tulee vain taululle ja täten ei häiritse muuta luokkatilaa. Tämä valaisin on myös DALI ohjattava ja voidaan ottaa huomioon valaistustilanteita suunniteltaessa. Opetustilojen vaatimukset ovat muita rakennuksen tiloja vaativammat. Vaatimukset ovat nähtävissä taulukossa 6. Luokassa tulee yleisvalaistuksen olla 500 lx valaistusvoimakkuutta ja 0,60 tasaisuutta. Lisäksi taululla tulee olla 500 lx valaistusvoimakkuutta ja 0,70 tasaisuutta.

Kuva 18. MODUS LLL6000RL2KVM4 LED 60W 840 DALI 6900LM. Opetustilojen yleisvalaistukseen. (EL-Parts, Modus LLL6000RL2KVM4, 2018)

Kuva 19. MODUS AREL4000RMAS4DALI LED 35W 840 DALI 4200LM. Opetustilojen tauluvalaistukseen (EL-Parts, Modus AREL4000RMAS4DALI, 2018)

6.1.2 Käytävä, taukotila ja sosiaalitila

Käytävään ja taukotiloihin sopiva matalaprofiilinen valaisin esitetään kuvassa 20. Tämä valaisin antaa sopivan valaistusvoimakkuuden tasaisesti ympärilleen. Valaisin ei ole kirkas, mutta riittävä kulkuväylien valaistukseen. Taulukosta 6 nähdään, että käytävälle sopiva valaistusvoimakkuus on vähintään 100 lx ja valaistusvoimakkuuden tasaisuus U_0 on 0,40. Toisaalta oppilaat saattavat käyttää tilaa myös oleskelualueena, jolloin vaatimus tilaan on 200 lx. Sijoitettaessa valaisin jokaisen moduulin keskelle kattoon, saavutetaan riittävät valaistuksen arvot. Eteinen voidaan käsitellä kulkuväylänä, jolloin sillä on samat vaatimukset kuin käytävällä.

Taukotilan vaatimukset esitetään taulukossa 7. Taukotilaan tulee Plata yleisvalaisimien lisäksi keittiövalaisin, joka esitetään kuvassa 21. Valaisin sijoitetaan kaapiston kohdalle ja siinä on itsessään kytkin, sekä pistorasia. Tämä valaisin ei ole DALI ohjattava.

Sosiaalitilaa käytetään pukukoppina, joten valaistusvaatimukset voidaan ottaa taulukon 7 vaatehuoneen mukaan. Tällöin vaatimukset ovat 200 lx valaistusvoimakkuutta ja valaistuksen tasaisuudeksi 0,4. Sijoittamalla yksi Platan valaisin tilaan saadaan näkötehtävän alueelle 320 lx valaistusvoimakkuutta ja valaistuksen tasaisuudeksi 0,47. Tällöin tilaa voi myös halutessaan käyttää oleskelutilana.

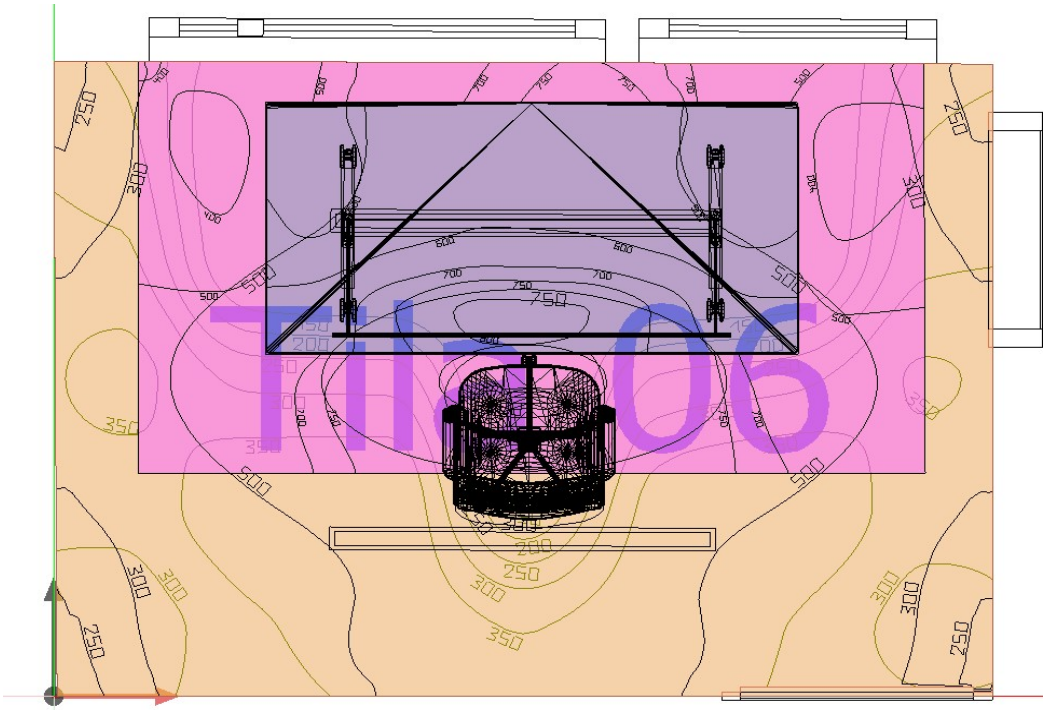
Kuva 20. AIRAM PLATA 40W/840 DALI VA 3910LM. Käytäviin, taukotiloihin ja eteisiin. (Airam, PLATA 40W/840 DALI VA 3910LM, 2018)

Kuva 21. Ensto AVR66 IP44 LED15W/840 E1P 1425LM. Taukotilan kaapiston valaisin. (Ensto, 2018)

6.1.3 Toimistot, sairaanhoitajan tila ja neuvotteluhuone

Enemmän ja tasaisempaa valaistusta vaativissa tiloissa, kuten toimistoissa ja terveydenhoitajan tiloissa käytetään kuvan 22 valaisinta. Näiden tilojen vaatimukset ovat nähtävissä taulukoissa 5 ja 7. Toimiston valaistusvaatimukset vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan 300-750 lx välillä. Tekninen piirtäminen vaatii 750 lx, jota oletettavasti ei tässä rakennuksessa tehdä. Toimistossa todennäköisesti tehdään kirjoitustyötä ja töitä tietokoneella, joten mitoitus kannattaa tehdä 500 lx mukaan. Tasaisuuden vaatimus tähän tarkoitukseen on 0,60. Samat vaatimukset ovat myös sairaanhoitajan tilassa, sekä neuvotteluhuoneessa. Modus Eval valaisimella pystytään saavuttamaan tilojen vaatimukset niin valaistusvoimakkuuden kuin valaistusvoimakkuuden tasaisuuden kannalta. Valaisin on DALI ohjattava, joten sitä voidaan hyödyntää tiloissa valaistuksen säädössä. Kuvassa 23 esitetään näkymä toimiston DiaLux mitoittamisesta.

Kuva 22. MODUS EVAL1LKVM4V1 LED 52W 840 DALI 4300LM. Yleisvalaisin vaativimpiin tiloihin. (EL-Parts, MODUS EVAL1LKVM4V1, 2018)



Kuva 23. Toimiston valonjako.

6.2 Valaisimet ilman DALI-liitäntälaitetta

Kaikkiin tiloihin ei ole järkevää laittaa DALI ohjattavia laitteita. Näitä tiloja ovat WC, eteiset, tekniset tilat, piha-alue ja rakennuksen ulkoseinä. Tämän avulla pystytään pienentämään hankintakustannuksia ja lepokulutusta tiloissa, joissa ei tarvita suurempia valaistuksen ohjauksia.

6.2.1 WC ja eteiset

WC-tiloihin tarvitaan peilivalaisimen lisäksi myös kattovalaisin, jotta tarvittava valaistus saavutetaan. Vaatimukset tilaan löytyy taulukosta 7. Peilivalaisinta löytyy erilaisina versioina sisältäen liiketunnistimen ja pistorasian. Kuitenkin kattovalaisimessa löytyvän tunnistimen ja master/slave toiminnon

avulla peilivalaisimessa ei tarvita erillistä tunnistinta. Peilivaloa mallintaessa täytyy kiinnittää huomiota asennuskorkeuteen, sekä spektrin suuntaan. Valaisimet esitetään kuvissa 24 ja 25.

Valaisimen ollessa lähempänä kuin 120 cm suihkusta tai 60 cm ammeesta, on sen sijaittava vähintään 170 cm korkeudella. Tällä alueella valaisimen kotelointiluokan on oltava roiskevedenpitävä eli vähintään IP 24. Jos etäisyys menee yli 1,2 m niin kotelointiluokaksi käy IP 21. (Tukes, 2018) WC-tilan kattovalaisin on kotelointiluokaltaan IP 44, joten sitä voidaan käyttää myös suihkutiloissa.

Eteistilat toteutetaan käyttäen samaa kattovalaisinta, jota käytetään myös wc-tiloissa. Vaatimukset ovat samat kuin käytävällä, mutta tilan pienien dimensioiden vuoksi Lumi 2 valaisimet käyvät Plataa paremmin. Vaatimukset tilaan voidaan tarkastaa taulukosta 6.

Kuva 24. Mimas LED 12W 840 IP44 U O 1300LM. Peilin yläpuolelle valo WC-tiloihin. (Proton Lighting, 2018)

Kuva 25. Airam LUMI II 320 IP44 12W/840 1000LM. WC-tilan kattoon. (Airam, LUMI II 320 IP44 12W/840, 2018)

6.2.2 Tekninen tila

Teknisten tilojen valaisimena käytetään kuvan 26 valaisinta. Kotelointiluokka valaisimessa on IP 44, joten se soveltuu hyvin enemmän pölyä sisältäviin tiloihin. Tekninen tila on yleensä harvoin käytetty, joten sinne pölyä alkaa kertymään muita tiloja enemmän.

Kuva 26. Airam KETO IP44 41W/840 4500LM. Teknisten tilojen valaisin. (Airam, KETO IP44 41W/840 4500LM, 2018)

6.2.3 Rakennuksen ulkoseinä ja piha-alue

Ulkoseiniin sisäänkäyntien ja luiskien kohdalle sopiva valaisin esitetään kuvassa 27. Pihavalaistus toteutetaan kuvan 28 valaisimella. Valaisin sopii hyvin kävelykatujen, parkkipaikkojen ja leikkikenttien valaistukseen ja kohteen piha koostuu täysin noista alueista.

Kuva 27. Ensto AVR8. Ulkoseiniin sisäänkäyntien ja luiskien kohdalle. (Ensto, 2018)

Kuva 28. Ensto AC600LEDHH 35W/840. Pihavalaistuksen valaisin. (Ensto, AC600LEDHH, 2018)

6.2.4 Määritykset DiaLux laskennalle

Käyttötaso eli työtaso laskelmia varten on määritetty tiloissa 0,8 m korkeuteen lukuun ottamatta taukotilaa, käytävää ja eteistilaa. Käytävässä ja eteistilassa käyttötaso määritetään lattiaan. Taukotilassa käyttötaso määritetään 0,8 m korkeuteen, mutta tehdään lisäksi toinen käyttötaso pöydälle, joka on 0,87 m korkeudessa. Käyttötasojen lisäksi luodaan näkötehtävä alueita eri tiloihin. Tämän avulla saadaan rajattua alue, kuten se todellisessa tilanteessa on. Tähän kuuluu muun muassa toimistossa alueen rajaaminen pöydän valaistukseen ja luokkatiloissa kaapistojen jättäminen näkötehtävän ulkopuolelle. Luokkatiloissa on myös tärkeää luoda näkötehtävä alue taululle, jotta saadaan myös taulun valaistuksen tiedot tarkasti selville.

Sisätilojen häikäisyindeksien laskemiseksi työalueille asetetaan UGR-indeksin laskentapisteet normaalin työasennon korkeudelle tavallisimpiin työskentelyn katselusuuntiin. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017) Tämä tarkoittaa istuvalle laskentaindeksin sijoittamista 1,2 m ja seisovalle 1,6 m korkeuteen. Häikäisy lasketaan luokkahuoneessa oppilaalle ja opettajalle. Häikäisy lasketaan myös toimistossa istuvalle henkilölle, sekä käytävässä kävelevälle henkilölle. Jos työskentely suunta on selvillä, riittää tilaan 180° määrittely. Tämä toteutuu esimerkiksi oppilaan kohdalla, sillä opiskelija katsoo taululle päin. Jos työskentely suunta ei ole selvillä, tai kattaa usean paikan, niin käytetään 360° määrittelyä. Tämä toteutuu esimerkiksi käytävässä, sillä siellä liikutaan joka suuntaan.

Tämän lisäksi opetustiloissa ja toimistoissa on laskettu Dialuxilla sylinterivoimakkuus ja sen tasaisuus. Sylinterivoimakkuuden laskemiseen on annettava samat korkotiedot, kun häikäisyn laskemiseen.

Ulkotilojen häikäisyindeksien laskemiseksi työalueille asetetaan GR-indeksin laskentapisteet normaalin työasennon mukaan. (Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03, 2017) Ulkoalueilla häikäisyindeksin määrittäminen on sama kuin sisäalueilla. Jos alueella on oletuksena seisova ihminen niin häikäisyindeksi määritetään 1,6 m korkeuteen ja istuvalle 1,2 m korkeuteen.

7 VALAISTUKSEN OHJAUS

Valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa joko automaattisena, manuaalisena tai niiden yhdistelmänä. Automaattinen ohjaus on ohjaustapa, joka ei vaadi käyttäjältä toimenpiteitä. Manuaalinen ohjaustapa vaatii käyttäjän ohjaamaan valoja kytkinpaneelista. Soveltuva ohjaus riippuu tilan käyttötarpeista. Taulukossa 13 esitetään mahdollisia ohjaustapoja eri tiloille.

Taulukko 13. Ohjauksien perusperiaate. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

Ohjaustapa	Suositeltava käyttökohde	Ohjaustapa	Suositeltava käyttökohde
Automaattiset ohjaukset		Manuaaliset ohjaukset	
Kello	Ulkovalaistuksessa usein yhdistettynä hämäräkytkimeen, jolloin valot palavat tiettyyn aikaan, jos ulkona on riittävän pimeä. Myös tilat, joissa ihmisiä liikkuu jatkuvasti tiettyinä aikoina, kuten myymälät.	Päälle/pois (kytkin, painike, vetokytkin)	Harvoin käytettävät tilat, komerot, tekniset tilat jne.
Hämäräkytkin	Esimerkiksi ulkovalaistus: valot, joiden on tarkoitus palaa aina pimeään aikaan.	Himmennys (himmennin, painike, vetokytkin)	Tilat, joissa tarvitaan erityyppisiä valaistustasoja. Edullisempi kuin tilanneohjaus.
Liiketunnistus	Esimerkiksi läpikulkutilat, joissa ihmiset liikkuvat silloin tällöin. Käytävät, wc-tilat jne.	Tilanne (painonappi, tietokone, kosketusnäyttö)	Esimerkiksi tilat, joiden käyttötarkoitus muuttuu ja tarvitaan useita erityyppisiä valaistustilanteita, kuten luentosalit, auditoriot, ravintolat jne.
Läsnäolotunnistus	Esimerkiksi työskentelytilat: liike on usein niin pientä, että liiketunnistimella havainnointi ei onnistuisi. Usein yhdistettynä vakiovalo-ohjaukseen, jolloin valo himmenee, jos tilaan saadaan valoa muualta.		

Taulukon 13 isäksi voidaan todeta, että pienissä työhuoneissa kannattaa valaisimen ohjaus olla käyttäjän omassa hallinnassa. Tämä voidaan toteuttaa läsnäolotunnistimella, mutta tilassa täytyy olla myös manuaalinen mahdollisuus säätää valaistusta. Harvoin käytetyissä tiloissa kannattaa käyttää perinteistä päälle/pois kytkintä liiketunnistuksen sijaan, sillä lepokulutus ja investointi tulee halvemmaksi. Valaistuksen ohjaukseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, sillä sen avulla tilojen käytöstä tulee helpompaa, viihdyttävämpää ja energiaa säästävää. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

7.1 Opetustiloissa

Dali-järjestelmän avulla pystytään luokkahuoneelle tekemään useita valaistustilanteita. Hyvät valaistustilanteet opetustilaan ovat normaaliluento, videotykki ja elokuva. Näiden lisäksi taulun valoille oma ohjaus, joka toimii päälle/pois kytkimellä. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

Normaaliluennossa kaikki luokan valot ovat päällä. Tämän avulla oppilaat pystyvät kirjoittamaan hyvin muistiinpanoja, sekä luokassa on hyvä näkyvyys opettajaan. Videotykkitilassa valkokankaalle osoittavat valot ovat pois päältä ja muut valaisimet ovat normaalisti päällä. Tämä auttaa hahmottamaan valkokankaalle heijastettavan kuvan, mutta samalla mahdollistaa normaalin oppimisympäristön muualla luokassa. Elokuvatilassa luokkatila himmennetään, että näkyvyys valkokankaalle on mahdollisimman hyvä. Tämä tila toteutetaan laittamalla luokan valot toimimaan 30 %:n tehokkuudella, sekä laitetaan tauluvalot pois päältä. Tässä tilassa oppilaiden ei ole hyvä kirjoittaa, mutta keskittyminen valkokankaalle paranee. Tauluvalojen päälle/pois kytkin on hyvä olla erillinen, jotta ne ovat päällä ainoastaan, kun taululle tarvitsee olla hyvä näkyvyys.

Opetustiloihin kannattaa valaistustilanteiden lisäksi ottaa läsnäolotunnistus ja vakiovalonsäätö. Läsnäolotunnistus varmistaa valojen päälle menemisen heti kun tilaan tulee käyttäjä, sekä valojen päältä pois menemisen, kun tilassa ei hetkeen ole ollut ketään. Vakiovalonsäätö auttaa energiansäästössä, sekä pitää luokan valaistusvoimakkuuden tasaisena. Opetustiloihin vakiovalonsäätö kannattaa sijoittaa ikkunarivin valaisimiin, jolloin riittävän päivänvalon aikaan valaisimet kyseisellä rivillä himmennevät 25 %. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

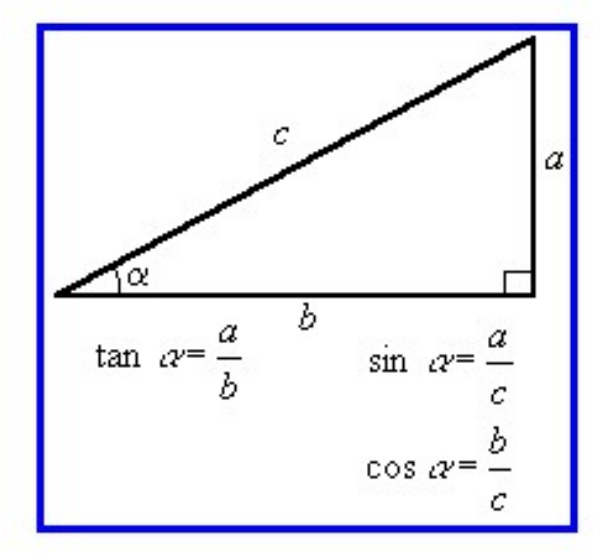
7.2 Ulkotiloissa

Pihavalaistus ja rakennuksen seinävalaistus toteutetaan DALI-releohjauksen avulla. Rele antaa virtaa valaistukselle reitittimen kellokytkimen ja ulkovaloanturin tiedon perusteella. Valot ovat päällä kello 06:00-22:00, jos on riittävän pimeää.

7.3 Muissa tiloissa

Toimistotilat ja neuvottelutilat toteutetaan läsnäolotunnistuksella, jonka lisänä on manuaalinen valojen ohjaus. Tämän avulla käyttäjä voi säätää valaistuksen itselleen sopivaksi, mutta valaistus syttyy ja sammuu myös käyttäjästä huolimatta. Teknisessä tilassa käytetään Elko RS16-sarjan paneelia. Tämän sarjan tuotteet ovat normaaleja kytkinohjauksia. Tätä tilaa käytetään harvoin ja näin toteutettuna säästetään lepokulutuksessa ja investoinnissa. Tämän lisäksi teknisen kaapin valojen ohjaus toteutetaan perinteisellä liiketunnistimella.

Käytävä tilassa joudutaan laskemaan liiketunnistimelle uusi kattavuus alue, sillä sen alueen korkeus on pienempi kuin tunnistimen nimellinen asennuskorkeus. 311 PIR tunnistin kattaa 7 m alueen, jos se asennetaan 2,8 m korkeuteen. Käytävän korkeus on 2,3 m jolloin tunnistin kattaa pienemmän alueen. Kuvassa 29 esitetään suorakulmaisen kolmion laskentakaava, jonka avulla saadaan laskettua tunnistimen kattavuus alue 2,3 m korkeuteen asennettuna.



Kuva 29. Suorakulmaisen kolmion trigonometria. (Internetix / Raine Koivumäki, 2018)

Ensin täytyy laskea tangenttikulman arvo, jonka jälkeen pystymme laskemaan tunnistimen havainto-alueen 2,3 m korkeudessa. Laskenta esitetään kaavoilla 6 ja 7.

$$\tan\alpha = \frac{a}{b} = \frac{2{,}8\ \mathrm{m}}{7\ \mathrm{m}} = 0{,}4\ \mathrm{m} \tag{6}$$

$$b = \frac{a}{\tan\alpha} = \frac{2{,}3\ \mathrm{m}}{0{,}4\ \mathrm{m}} = 5{,}75\ \mathrm{m} \tag{7}$$

a = Tunnistimen asennuskorkeus

b = Tunnistimen havaintoalue

tan α = Tangenttikulma, jossa tunnistin havaitsee liikkeen

Käytävän tunnistusalueiden suunnittelussa tulee huomioida, että 311 PIR liiketunnistin havaitsee liikkeen 5,75 m alueelta 7 m alueen sijaan.

8 ENERGIANKULUTUS

8.1 Säästö menetelmät

Energiaa säästetään hyödyntämällä päivänvaloa, ohjaamalla valaistusta läsnäolotunnistimilla tai liiketunnistimilla. Myös valaistushuoltoon liittyvien tekijöiden parantamisella voidaan säästä energiaa. Tähän kuuluu valaisimien puhdistaminen pölystä ja lamppujen vaihtaminen. (Eurooppalainen sisävalaistusstandardi, 2011) Tärkeitä tekijöitä ovat myös valonlähteen energiatehokkuus, liitäntälaitteen energiatehokkuus, alenemakerroin ja valaisimen hyötysuhde.

Ledilamput ovat pitkäikäisiä ja erittäin energiatehokkaita. Tämän vuoksi ledilampuilla saavutetaan matalat käyttökustannukset ja paras energiansäästö. (Lampputieto, 2018) LED-valaisimet tuottavat saman määrän valoa pienemmällä energiankulutuksella, kuin halogeeni, loisteputki tai hehkulamppu. Hankintakustannuksen erot riippuvat täysin ostettavasta valaisimesta ja yrityksen sopimuksista tuotteiden välittäjien kanssa. Halvimmillaan LED maksaa saman verran kuin muutkin. Lisäksi pienemmän energiankulutuksen vuoksi säästöjä alkaa muodostua pienemmällä sähkölaskulla. LED-valaisin on myös välttämättömyys, jos halutaan hyödyntää DALI-järjestelmää. DALI-liitäntälaitteen omaavat valaisimet ovat poikkeuksetta LED-valaisimia. Tämä johtuu alhaisen energiankulutuksen lisäksi, myös niiden ohjattavuudesta. Useimpia LED-valaisimia pystytään säätämään kirkkaammalle tai himmeämmälle, kun taas toisen tyyppiset valaisimet eivät tätä välttämättä kestä.

Työssä melkein jokaisen tilan valaistus ohjataan läsnäolotunnistuksella ja lisäksi luokkahuoneissa käytetään päivänvalo-ohjausta. Ainoa tila, jota ei ohjata läsnäolotunnistuksella on tekninen tila. Tätä tilaa käytetään niin harvoin, että läsnäolotunnistuksella kulutus olisi manuaalista kytkentää suurempaa, johtuen tunnistimen lepokulutuksesta. Työssä käytetään kaikissa tiloissa LED-valaisimia, koska ne ovat erittäin energia tehokkaita ja ne vaaditaan DALI-järjestelmään.

8.2 LENI

Energiankulutuksen vertailuun on olemassa LENI-indeksi, jonka laskenta nähdään kaavasta 8. LENI-indeksi kertoo rakennuksen sisävalaistuksen kokonaisenergiakulutuksen suhteessa pinta-alaan. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017)

$$\mathrm{LENI} = \frac{W_{kok}}{A} \tag{8}$$

LENI = Indeksi kuvaamaan sopivaa energiatehokkuutta

W_{kok} = Rakennuksen sisävalaistuksen kokonaisenergiakulutus vuodessa (yksikkö kW/vuosi)

A = Valaistujen sisätilojen kokonaispinta-ala (yksikkö m^2)

Vuotuiseen energiankulutukseen huomioidaan valaistuksen käytetyn energian lisäksi myös valaistuksen ohjaus- ja liitäntälaitteiden lepokulutus, sekä turvavalaistuksen akkujen lataamiseen kuluva energia. (Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04, 2017) Kaava ottaa myös huomioon tilojen todellisen käyttöajan. Dialux ilmoittaa mallinnuksen perusteella lasketun LENI-indeksin.

Tämä arvo esitetään kuvassa 30. Mallinnuksen perusteella laskettujen arvojen vaihteluväli jää kuitenkin aika suureksi ja tarvittaessa on suositeltavaa laskea tarkka arvo itse. Vuotuisten kustannusten tarkkaan laskemiseen tulee ottaa huomioon kohteen oikea sähkönhinta kWh kohden.

Energian kulutus ja kustannukset	
Kulutus	4550 - 6500 kWh/a
LENI	7 - 11 kWh/a/m²
Kustannukset	1363 - 1955 €/a

Kuva 30. DiaLuxin energialaskenta kohteessa

Taulukossa 14 esitetään suositeltuja LENI-arvoja eri rakennuksille erilaisilla valaistusvoimakkuuden arvoilla. Valaistusvoimakkuuden arvot ovat kohteessa 100-500 lx. Tämän mukaan LENI-arvon pitäisi myös olla 11,5-21,5 kWh/a/m^2. Kuitenkin Dialuxin laskema arvo rakennukselle on 7-11 kWh/a/m^2 Kun verrataan DiaLuxin laskemaa LENI-arvoa taulukon koulun arvoihin, voidaan todeta valaistussuunnittelun olleen erittäin onnistunutta ja energiatehokasta. Pieniä muutoksia DiaLuxin laskemiin arvoihin varmasti tulee, kun laskenta suoritetaan tarkasti käsin, mutta muutokset eivät ole suuria. Tämä johtuu siitä, että DiaLux ei tarkasti ilmoita mitä asioita se huomioi laskennassa. Suunnittelija pystyy ottamaan DALI-komponenttien lepokulutuksen ja turvavalaistuksen huomioon, joita DiaLux ei ainakaan huomioi.

Taulukko 14. Ohjeellisia LENI-arvoja. (Suomen Valoteknillinen Seura ry, 2008)

Ohjeellisia LENI- arvoja eri tiloille [kWh/(m^2 x vuosi)]						
Tila	**Käyttöaika**	**Tavoiteltava valaistusvoimakkuus (lx)**				
		200	**300**	**500**	**750**	**1000**
Koulu	Käsiohjaus	14,9	19,9	29,9	42,4	54,9
	Automaattinen ohj.	11,5	14,8	21,5	29,8	38,1
Sairaala	Käsiohjaus	25,6	36,9	59,4	87,5	115,6
	Automaattinen ohj.	19,0	26,9	42,7	62,5	82,3
Hotelli	Käsiohjaus	20,6	29,4	46,9	68,8	90,6
	Automaattinen ohj.	18,9	26,8	42,5	62,2	81,9
Ravintola	Käsiohjaus	17,1	23,3	35,8	51,4	67,1
	Automaattinen ohj.	-	-	-	-	-
Urheilu	Käsiohjaus	23,7	33,7	53,7	78,7	103,7
	Automaattinen ohj.	20,8	29,4	46,5	67,8	89,2
Myymälä	Käsiohjaus	28,1	40,6	65,6	96,9	128,1
	Automaattinen ohj.	-	-	-	-	-
Teollisuus	Käsiohjaus	23,7	33,7	53,7	78,7	103,7
	Automaattinen ohj.	20,8	29,4	46,5	67,8	89,2

9 YHTEENVETO

Työn tavoite oli suunnitella DALI-valaistusjärjestelmä kouluun. Valaistus suunniteltiin sisä- ja ulkotiloille. Valaistuksen tuli olla nykyaikaisten standardien mukainen ja opetusta tukeva. Työ alkoi valaistuksen teoriaan tutustumisella ja standardien vaatimusten etsimisellä koulurakennuksen tiloihin. Standardi antaa minimivaatimukset, jotka suunnittelun tulee ainakin täyttää. Tähän kuului valaistuksen perussuureiden tunteminen, DALI-teoria ja näiden soveltaminen suunnittelussa. Tämän jälkeen tilat mallinnettiin DiaLuxilla ja niihin suunniteltiin valaistus, käyttäen Elcoline Construction Oy:n tarjoamia valaistusvaihtoehtoja.

Valaistuksen mallintamisen jälkeen tuli etsiä oikeat DALI-komponentit valaistuksen ohjausta varten. Komponenttien etsinnässä keskityttiin energiatehokkuuden hyödyntämiseen päivänvalotunnistimien, sekä läsnäolotunnistuksen avulla. Lisäksi opetustiloissa ja toimistoissa on paneelit, joiden avulla pystytään valaistusta ohjamaan vielä manuaalisesti erilaisten valaistustilanteiden avulla. Komponentit sijoitettiin tasokuvaan AutoCad-ohjelmalla ja aloitettiin DALI-väylälaskennan tekeminen. Väylälaskennan jälkeen pystyttiin tasokuvaan tekemään kaapelointi. Kaapelointi suunniteltiin mahdollisimman helpoksi ja kytkentävirheitä vähentäväksi. Tämä tarkoittaa DALI-väylän kulkevan aina ryhmäkaapelin mukana ja käytetyistä kaapeleista on erikseen mainittu värin mukaan niiden käyttötarkoitus.

Kaapeloinnin jälkeen tuli tehdä piirikaavio, pääkaavio ja periaatekaavio. Näiden kuvien avulla saadaan oikeanlainen keskus kohteeseen, sekä asentajat saavat riittävän tiedon oikeaoppiseen asennukseen. Tärkeää asentajille on tutustua periaatekaavioon, sillä siellä on esitetty kohteen komponenttien kytkennät itsenäisinä komponentteina, sekä kytkentöinä jakorasioissa.

Työn lopputuloksena syntyi energiatehokkaat valaistus- ja sähkösuunnitelmat, jonka perusteella asennukset kohteeseen pystytään toteuttamaan. Oikeat muokattavat DWG-kuvat jäävät yrityksen sisäiseen käyttöön. Sähkökuvien lisäksi yrityksen sisäiseen käyttöön jää myös DiaLux-mallinnus rakennuksesta ja sen pihasta. Tätä mallinnusta voidaan hyödyntää, jos kohteeseen halutaan tehdä muutoksia. Lisäksi mallinnuksesta saa tietoa myös muihin kohteisiin. DALI-järjestelmä on suunniteltu siten, että siihen pystyy tarvittaessa lisäämään myös muita komponentteja asiakkaan niin halutessa. Järjestelmän ohjelmallisen muokattavuuden takia myös valaistustilanteita luokkiin ja toimistoihin voidaan tarvittaessa muuttaa asiakkaan toiveiden mukaisiksi.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Aho, P. (4. 12. 2017). AH-Talotekniikka. *DALI ja LVI-säätökaaviot*. Haettu 7. 2. 2018 osoitteesta https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/172888/mod_resource/content/1/ESV4440%20Integroidut%20rakennusautomaatioj%C3%A4rjestelm%C3%A4t%20-%20luento%20041217.pdf

Airam. (2018). *CESTUS R IP65 20W/840 1650LM.* Haettu 26. 2 2018 osoitteesta https://www.airam.fi/en/product/v5688-1875/4510220/cestus-r-ip65-20w-840-wh/126/1

Airam. (2018). *KETO IP44 41W/840 4500LM.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://www.airam.fi/fi/tuote/v5630-1393/4310169/keto-ip44-41w-840-va/124/1

Airam. (2018). *LUMI II 320 IP44 12W/840.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://www.airam.fi/fi/tuote/v8547-6859/4297206/lumi-ii-320-ip44-12w-840/121/1

Airam. (2018). *PLATA 40W/840 DALI VA 3910LM.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://www.airam.fi/fi/tuote/v6921-6065/4289991/plata-40w-840-va/123/1

Digital Illumination Interface Alliance. (2017). Introduction to the Digital Illumination Interface Alliance. Haettu 7. 2. 2018 osoitteesta https://www.digitalilluminationinterface.org/data/downloadables/5/2/1710-diia-introduction-v17_oct-2017.pdf

Elcoline. (2018). Haettu 1. 2. 2018 osoitteesta http://elcoline.fi/fi/

EL-Parts. (2018). *Modus AREL4000RMAS4DALI.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://shop.elparts.fi/?m=prdc&a=product&orderby=&id=S4299400&n=AREL4000RMAS

EL-Parts. (2018). *MODUS EVAL1LKVM4V1.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://shop.elparts.fi/?m=prdc&a=product&orderby=&id=S4299721&h=qdjrwhhy&p=268

EL-Parts. (2018). *Modus LLL6000RL2KVM4.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://shop.elparts.fi/?m=prdc&a=product&orderby=&id=S4299685&idp=4&n=valaisin&p=3

Ensto. (2018). *AC600LEDHH.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://www.ensto.com/fi/tuotteet/valaistus/ulkovalaisimet/camillo/AC600LEDHH/

Ensto. (2018). *AVR66 IP44 LED15W/840 E1P 1425LM.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta https://www.ensto.com/files/catalogs/images/alppilux/liitetiedostot/tuotekortit/BR2_AVR66.pdf

Ensto. (2018). Ensto AVR8 IP44 TC-TSE/E27. *Ulkovalaisimet*. Haettu 19. 3. 2018 osoitteesta https://www.ensto.com/fi/tuotteet/valaistus/ulkovalaisimet/avr8/AVR8

Eurooppalainen sisävalaistusstandardi. (2011). *Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. SFS-EN 12464-1(2. Painos)*. Haettu 1. 2. 2018 osoitteesta sfs.fi

Eurooppalainen ulkovalaistusstandardi. (2014). *Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places*. Haettu 15. 3. 2018 osoitteesta sfs.fi

Helvar. (2016). Valonohjauskuvasto ja Datalehdet. *Lighting Control Solutions, Datasheets*. Haettu 8. 2. 2018 osoitteesta https://www.helvar.com/fi/

Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. (2017). Sähköalan säännökset. Haettu 15. 3 2018

Innolux. (2014). Haettu 1. 2. 2018 osoitteesta http://www.innolux.fi/sites/default/files/Valaistussuunnitteluopas_RGB.pdf

Internetix / Raine Koivumäki. (2018). *Suorakulmainen kolmio*. Haettu 19. 3. 2018 osoitteesta http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/matematiikka/ma3/suorakulmainen_kolmio

Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.03. (11. 4. 2017). *Valaistuslaskennan lähtötiedot ja laskennan tulosten arviointi*. Haettu 9. 2. 2018 osoitteesta severi.sahkoinfo.fi

Jarmo Jumppanen, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy ja Tapio Kallasjoki. ST 58.02. (28. 3. 2017). *Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti*. Haettu 9. 2. 2018 osoitteesta severi.sahkoinfo.fi

Kallioharju, K. (11. 4. 2012). Tampereen ammattikorkeakoulu. *DALI-koulutus teoria*. Haettu 7. 2. 2018 osoitteesta http://docplayer.fi/2189683-Dali-koulutus-teoriaosio.html

Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ja Tapio Kallasjoki ST 58.04. (16. 3. 2017). *Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen*. Haettu 9. 2. 2018 osoitteesta severi.sahkoinfo.fi

Kari Nyman, KNC Kanmanco Oy ST 58.09. (15. 11. 2003). *Ulkovalaistus*. Haettu 12. 2. 2018 osoitteesta severi.sahkoinfo.fi

Lampputieto. (2018). Haettu 1. 2. 2018 osoitteesta https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/luksi-valaistusvoimakkuus/

Motiva Oy. (2018). *Valaistustieto*. Haettu 6. 2. 2018 osoitteesta Valovirran alenema: https://valaistustieto.fi/energiatehokas-valaistus/valovirran-alenema/

Proton Lighting. (2018). *Mimas LED 12W 840 IP44 U O 1300LM.* Haettu 26. 2. 2018 osoitteesta http://www.proton.se/fi-FI/Start/Product/ById/Finska-BOS-BAD-Mimas%20LED?epslanguage=fi-FI#facts

RT-kortisto. (2009). RT 89-10966. *Ulkoleikkipaikat*. Haettu 16. 3. 2018 osoitteesta https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/442354/mod_folder/content/0/10966%20ulkoleikkipaikat.pdf?forcedownload=1

Suomen Valoteknillinen Seura ry. (5 2008). Valaistushankintojen energiatehokkuus. Haettu 12. 4. 2018 osoitteesta http://www.valosto.com/tiedostot/SVS_Valaistushankintojen_energiatehokkuus_V4.pdf

Tukes. (2018). Sähkölaitteistot. *Kylpyhuoneen sähköasennukset käytäntö*. Haettu 2018. 2. 21 osoitteesta http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/kylpyhuoneen-sahkoasennukset-kaytanto/

LIITE 1: DALI-KOMPONENTTIEN DATALEHDET

Modulaariset paneelit (13xx)

13xx Moduuli paneelit ovat täysin DALI yhteensopivia DIGIDIM-järjestelmän käyttöliittymiä, jotka mahdollistavat järjestelmän ohjauksen. Jokainen moduuli on varustettu merkkivalo-LEDeillä ja infrapunavastaanottimella, joka mahdollistaa kauko-ohjauksen DIGIDIM infrapunakauko-ohjaimella (303). Kauko-ohjain mahdollistaa myös lisäohjauksen järjestelmän toiminnoille.

Avaintoiminnot

- Moduulien värit musta (B: Black) ja valkoinen (W: White)
- Yksinkertainen liitäntä
- Helppo uudelleen ja ohjelmointi käyttäen Helvar Designer- tai Toolbox-ohjelmistoa
- Suunniteltu sekä DIN- että UK-standardien mukaisiin kojerasioihin
- Kaksoiskojerasia-asennus versioon voi asentaa kolme erillistä ohjausmoduulia
- Erikoistilauksesta saatavissa myös muita peitelevyjä ja painikkeita erikseen veloitettuna
  Ota yhteyttä Helvar edustajaan lisätietoja varten.

Moduulit

Valittavissa on 12 erilaista moduulivaihtoehtoa:

Moduulityyppi	Tuotekoodi valkoinen (W)	Tuotekoodi musta (B)
On / Off (2 painiketta)	131 W	131 B
Ylös / Alas (2 painiketta)	132 W	132 B
4 tilannetta + Off (5 painiketta)	134 W	134 B
4 tilannetta, Off + Ylös / Alas (7 painiketta)	135 W	135 B
7 tilannetta + Off (8 painiketta)	136 W	136 B
4 tilannetta (4 painiketta)	137 W	137 B

Peitelevyt

Peitelevysarjat ovat saatavilla eri pintavaihtoehdoilla, jotka ovat esitelty alla:
Huomautus: Peitelevyt toimitetaan täydellisenä asennuspohjan kanssa.

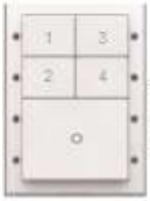
Peitelevyn pinta	Yksittäi-sasennuksen koodi	Yksittäi-sasennuksen mitat	Kaksoi-kojerasia asennuksen koodi	Kaksoi-kojerasia asennuksen mitat
Valkoinen metalli	234 S	86 x 86 mm	234 D	146 x 86 mm
Ruosturnaton teräs	232 S	86 x 86 mm	232 D	146 x 86 mm
Kiillotettu messinki	231 S	86 x 86 mm	231 D	146 x 86 mm
Valkoinen muovi	230 S	88,4 x 88,4 mm	230 D	160 x 88,4 mm
Kojerasia-asennuksen asennuspohja	-	86 x 86 mm	-	-
Kaksoiskojerasia-asennuksen asennuspohja	-	-	-	146 x 86 mm

Peitelevy | Asennuspohja | Kaksoispeitelevy | Kaksoisasennuspohja

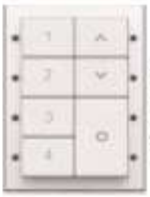
Moduulityypit

131 W
On/Off

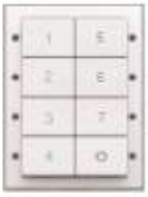
132 W
Ylös/Alas



134 W
4 tilannetta
+ Off



135 W
4 tilannetta,
Off +
Ylös/Alas



136 W
7 tilannetta
+ Off

137 W
4 tilannetta

Helvar 13xx sarjan modulaariset paneelit: Datalehti

Tekniset tiedot

Liitännät

DALI:	Irrotettava 2-napainen liitin Kaapelin koko: 0,5 - 2,5 mm² Yksijohtiminen tai säikeinen
Kaapeliluokitus:	Kaapeleiden tulee soveltua verkkosähköille.

Sähköliitännät

DALI-väylä:	13 V — 22,5 V
DALI-virrankulutus:	10 mA

Mekaaniset tiedot

IR taajuus:	36 kHz
Moduulien mitat:	35,4 x 48,4 x 31,8 mm
Moduulin paino:	41 g DALI-liittimen kanssa
Paino	
Peitelevyn:	100 g
Lähetyspaino:	130 g
Kaksoispeitelevyn paino:	144 g
Lähetyspaino:	184 g (lähetyspaino)
IP-luokka:	IP 30

Huomautus: Peitelevyt toimitetaan täydellisenä asennuspohjan kanssa.

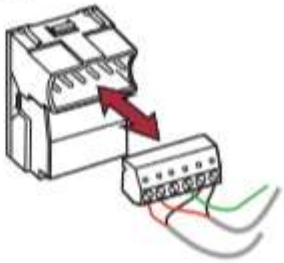
Toimintaympäristö

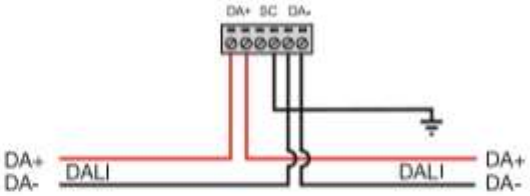
Ympäristön lämpötila:	+10°C ... +35°C
Suhteellinen kosteus:	Maksimi 90%, ei kondensoituminen
Säilytyslämpötila:	-10°C ... +70°C

Luokitukset ja standardit

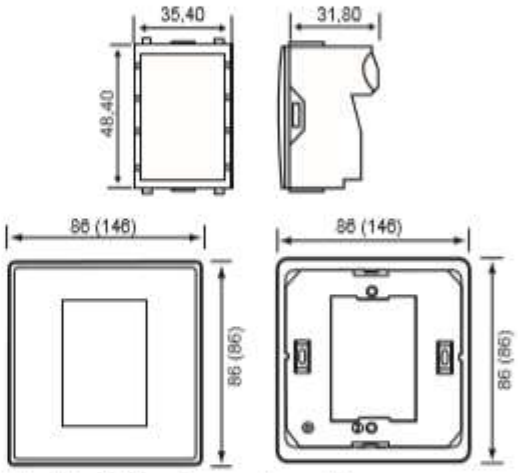
EMC **Ssäteily:**	EN 61000-6-3
Häiriösieto:	EN 61547
Turvallisuus:	EN 60669-1
Ympäristö:	Noudattaa WEEE ja RoHS direktiivejä
DALI tiedonsiirto:	Kaikki DIGIDIM moduulipaneelit noudattavat DALI-protokollaa.

Liitännät





Mitat (mm)



( ) = Kaksoiskojerasia-asennuksen mitat

3D-katselin: 137 B

www.helvar.com

digidim

Helvar

freedom in lighting

CE

Upotettava PIR-liiketunnistin (311)

311 PIR-tunnistin on kompakti, kattoasenteinen yksikkö jonka avulla voidaan saavuttaa merkittäviä energiasäästöjä käytettäessä osana DALI-järjestelmää. Laite sisältää nämä anturit:

- Passiivinen infrapunatunnistin (PIR)
- IR-vastaanotin

Läsnäoloilmaisin kytkee valot, kun huoneessa oleskellaan ja sammuttaa ne, kun huone on tyhjä.

Sammutus viive asetetaan Helvarin valonohjausohjelmilla: Designer tai Toolbox.

Avaintoiminnot

- Tunnistusalueen sisällä tapahtuva liike mahdollistaa läsnäolo-ohjauksen.
- IP55 ja kylmän käyttöympäristön (–30 °C) versiot saatavilla. Tilaustunnukset:
  - 311P: IP55 versio;
  - 311M: IP55 ja –30 °C versio.
- LED merkkivalon valkyntä ilmaisee:

Valittu asetus hyväksytty	R
Tunnistus käynnissä	R R R R R R

R = Punainen LED

Asennus

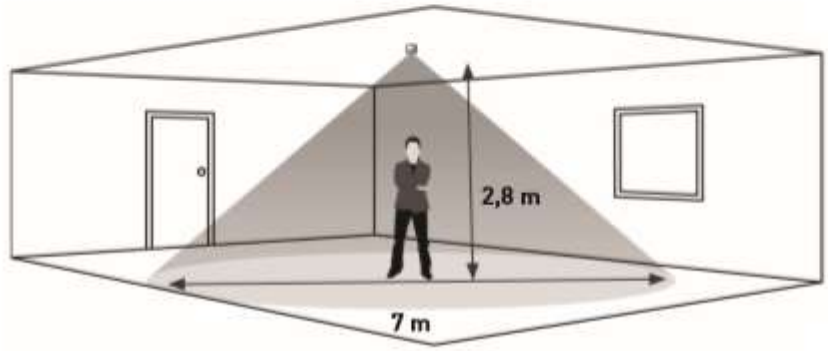
Kaikki tunnistin versiot voidaan asentaa kattoon, seinään tai kiinteälle pinnalle käyttämällä pinta-asennuskotelo.

Perusversio (311) voidaan asentaa pinta-asennuskoteloon SBB-A. 311P ja 311M versiot tarvitsevat Helvarin täysin tiivistetyn pinta-asennuskotelon SBB-P.

Kun 311P ja 311M versioita asennetaan, tulee asennuksessa käyttää aina mukana toimitettavaa silikonitiivistettä.

Lisätietoa asennuksesta löydät *asennusohjeesta*.

Tunnistusalue



Helvar
Freedom in lighting

Tekniset tiedot

Yhteydet

Ulkoinen teholähde / DALI:	Irrotettava 2-napainen liitin; Johdinten koko: 0,5 mm² – 1,5 mm² Jäykkä tai monisäikeinen
Kaapeliluokitus:	Kaapeleiden tulee soveltua verkkosähkölle. Maksimi pituus: 300 m Ø 1,5 mm²

Teho

Dali syöttö:	13 VDC – 22,5 VDC
DALI-virrankulutus:	15 mA

Sensorit

Liiketunnistin:	PIR: Passiivinen infrapunatunnistin
Infrapunavastaanotin:	Kauko-ohjaus. *Huomaa: Säädä tunnistimen herkkyyttä Helvarin Designer- tai Toolbox-ohjelmistoilla (Ei kauko-ohjaimella).*

Mekaaniset tiedot

Asennusreiän halkaisija:	68 mm
Peitelevyn halkaisija:	76 mm
Materiaali (kotelon):	Palonkestävä ABS
Pintakäsittely / Väri:	Matta / Valkoinen RAL 9003
Paino:	58 g
IP-luokka:	311: IP40 311P*: IP55 311M*: IP55 * Vain, kun käytetään mukana toimitettavaa tiivistettä ja laite on asennettu Helvarin SBB-P pinta-asennuskoteloon tai upotettu kattoon.

Toiminnan ehdot

Ympäristölämpötila:	311 & 311P: 0 °C .. +35 °C 311M: –30 °C .. +35 °C *Huomaa: Lämpötilaero tunnistettavan kohteen ja ympäröivän alueen välillä tulee olla vähintään 4 °C.*
Suhteellinen kosteus:	Maks. 90 %, ei tiivistymistä
Säilytyslämpötila:	311 & 311P: –10 °C .. +70 °C 311M: –30 °C .. +70 °C

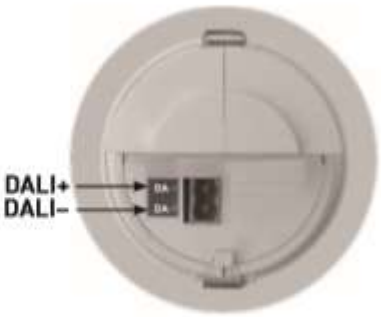
Luokitukset ja standardit

EMC Säteily:	EN 61000-6-1
EMC häiriönsieto:	EN 61000-6-3
Sähköturvallisuus:	EN 60730-1
Ympäristösäädökset:	Täyttää WEEE ja RoHS säädökset.

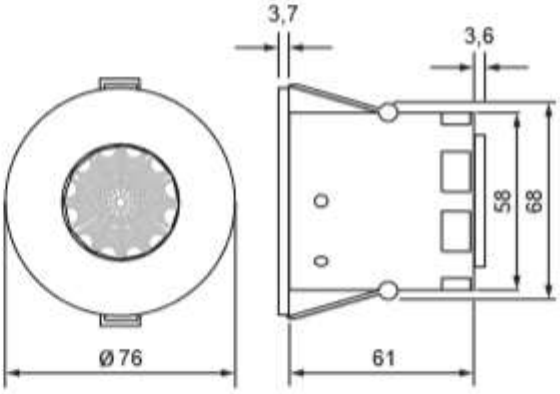
Versiotiedot

Ohjelmaversio:	6.08
Laitteiston versio:	Rev. 2

Yhteydet



Mitat (mm)



Digidim 312

Helvar

DALI Multisensori

DIGIDIM Multisensori on kompakti laite, joka sisältää sensoreita joiden avulla saadaan energiaa säästäviä toimintoja käytettäessä DALI järjestelmää.

Se sisältää: - valoanturin
- passiivisen infrapuna (PIR) liiketunnistimen
- infrapunavastaanottimen (kauko-ohjausta varten)

Valoanturi mittaa huoneen ympäristön valotasoa. PIR liiketunnistimen avulla järjestelmä havaitsee, kun huoneessa on ihmisiä. Huoneen ihmiset voivat käyttää DIGIDIM kauko-ohjainta asettaakseen tarvittavan valaistustason ja myös tehdä joitakin perusohjelmointeja järjestelmään. Multisensori on suunniteltu asennettavaksi kattoon tai valaistusrakenteisiin.

3D-katselin

Avaintoiminnot

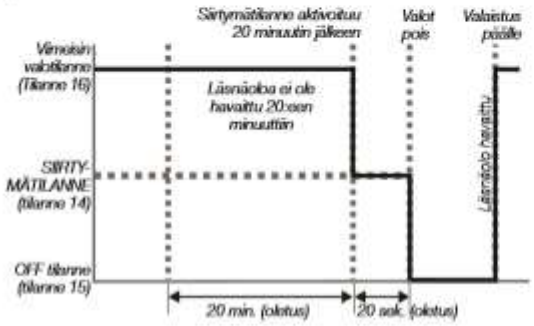
- Liiketunnistukseen on esiasetettu 20 minuutin poistumisaika ja 20 sekunnin testaustila.
- Ohjelmoitava vakiovalo-ohjaus.
- Kauko-ohjaimen vastaanotin.
- Paikalliskytkintoiminto, jossa päälle/pois- sekä säätötoiminnot.
- Multisensorissa on viisi DIL-kytkintä, joilla laitteen asetuksia voidaan muuttaa.
- Nämä Dippikytkin asetukset voidaan ohittaa käyttämällä DIGIDIM Toolbox tai Designer ohjelmaa: Ei ole tarvetta päästä käsiksi Multisensoriin asennuksen jälkeen.
- Kattavuuden rajoitin (mukana) voidaan asettaa multisensoriin vielä tarkemman vakiovalotason kattamiseksi.

Lisätoiminnot

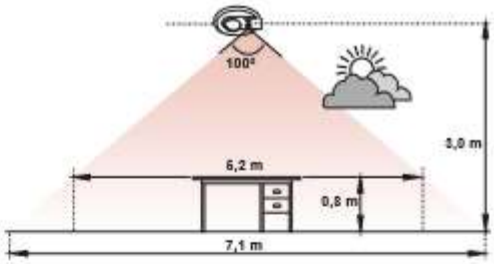
- Kauko-ohjaimella voidaan ohjelmoida useimmat toiminnot; DIGIDIM Toolbox ja Designer ohjelmat antavat täydet valtuudet toimintoihin.
- Jos useita liikkeentunnistimia on ohjelmallisesti yhdistetty, valot sammuvat kun yksikään tunnistin ei havaitse läsnäoloa.
- Läsnäolotunnistustoiminta sisältää kolme ohjelmoitavaa valotilannetta). Käyttäjät voivat määrittää, kuinka kuormat reagoivat Multisensorin automaattisiin läsnäolon havaintokäskyihin.

Läsnäolotunnistus

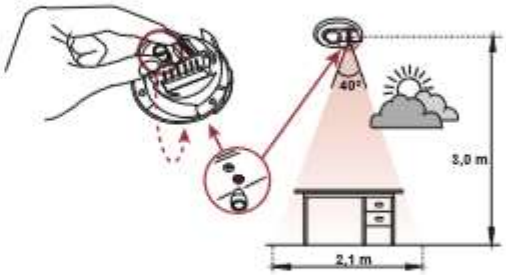
Viimeisin valotilanne ..... Oletus: Tilanne 16 (viimeisin valotilanne)
Välitilanne scene... Oletus: Tilanne 14
Valot pois ..... Oletus: Tilanne 15



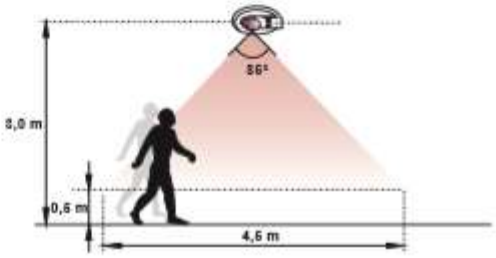
Valotunnistus ilman rajoitinta



Valotunnistus rajoittimella



Läsnäolotunnistus



Tekniset tiedot

Liitännät

DALI:	Irrotettava 2-napainen liitin Johdinten koko: 0,5 - 1,5 mm² Jäykkä tai monisäikeinen
Paikallisohjaus:	2 johdinta Johdinten koko: 0,5 - 1,5 mm² Jäykkä tai monisäikeinen Maksimipituus: 50 m
Syöttökaapelin tyyppi:	Kaapeleiden tulee soveltua verkkosähköllä

Sähköliitännät

DALI syöttö:	13 V - 22,5 V
DALI-virrankulutus:	15 mA

Anturi

Valoanturi:	Vakiovalo toiminnoille
Läsnäoloilmaisin:	PIR: Passiivinen Infrapuna läsnäoloilmaisin
Infrapunavastaanotin:	Kauko-ohjain komennoille

Kauko-ohjain toiminnot

Infrapunakauko-ohjaimen:	Vakiovalotaso; Ryhmän luonti ja säätö; Tilanteen tallentaminen ja kutsuminen

Mekaaniset tiedot

Asennusreiän mitat:	52 mm (asennuspinta 0,5 - 2 mm); 55 mm (asennuspinta > 2 mm)
Kehyksen mitat:	65 mm
Suositeltu asennusvälin syvyys: (sisältää 50 mm kaapeloinnille)	80 mm (ilman kaapelisuojusta); 100 mm (kaapelisuojuksen kanssa)
Materiaali (kotelon):	UL94V-0 nylon
Pintakäsittely / Väri:	Himmeä / Valkoinen
IP luokka:	IP 30
Paino:	48 g ilman kaapelisuojusta; 54 g kaapelisuojuksen kanssa

Toimintaympäristö

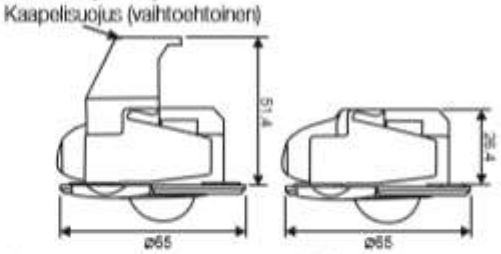
Ympäristölämpötila:	0°C to +50°C
Suhteellinen kosteus:	90% maksimi, ei tiivistymistä
Säilytyslämpötila:	-10°C to +70°C

Luokitukset ja standardit

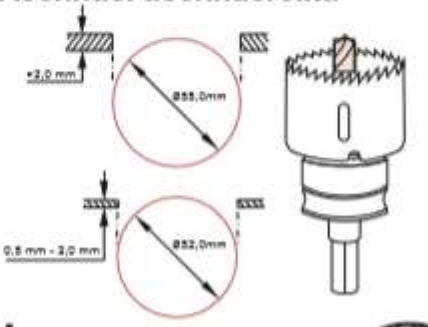
EMC:	**Häiriösieto:**	EN 55015
	Säteily:	EN 61547
Turvallisuus:		EN 60950
Ympäristösäädökset:		Täyttää WEEE ja RoHS säädökset

Mitat (mm)

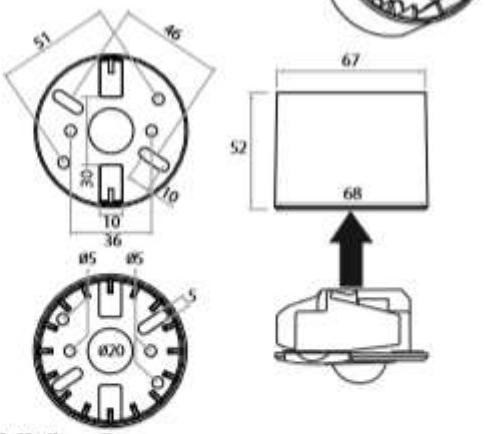
Kaapelisuojus (vaihtoehtoinen)



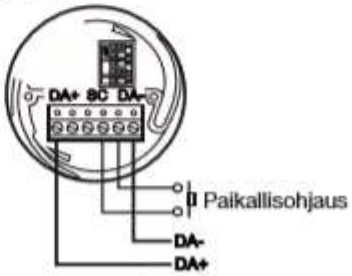
Asennus: asennusreikä



Asennus: Pinta-asennuskotelot SBB-C (Tilattava erikseen)



Liitännät



digidim

Helvar

freedom in lighting

CE

DALI External Light Sensor (329)

The 329 DALI External Light Sensor, when used in conjunction with a Helvar Lighting Router based controls system, can provide energy savings by adjusting light levels based on the available daylight.

Mount the 329 outdoors to monitor the level of daylight. For instance, bright sunlight will raise the overall light level in the rooms of a building. The sensor will detect this, and the system will reduce the energy levels supplied to the lamps. If the day then becomes overcast, the system will respond to the lower levels of ambient light by increasing the energy provided to the lamps. By profiling the building (measuring the daylight contribution per room), the system can be used to maintain an approximate constant light level, and thereby reduce energy use.

The 329 is for mounting outdoors. The unit head assembly is waterproof when correctly installed and mounted vertically, and can tolerate a wide range of operating temperatures and conditions.

Key Features

- Open loop light control
- Light range of 1 lx – 100 000 lx
- Simple mounting
- Easy connection to Helvar router system

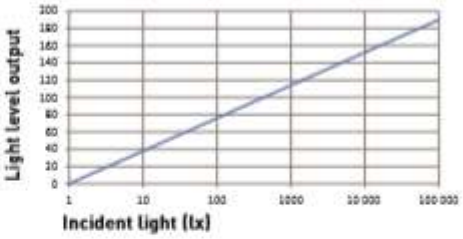
Incident Light (lx)	Light Level Output Value	Equivalent To
≤ 1	0	Darkness
2	11	
5	26	
10	38	Twilight
20	49	
50	65	
100	76	Dark day
200	87	
500	102	
1000	114	Overcast day
2000	125	
5000	140	
10 000	152	Full daylight
20 000	163	
50 000	178	
100 000	190	Bright sunlight

Installation Notes

- The unit is intended for wall mounting.
- Isolate the mains supply before installation.
- Cabling must be 230 VAC mains rated.
- Do not mount sensor in direct line of artificial light sources, e.g. lamps, uplighters.
- The unit must be mounted vertically, i.e. with the clear Sensor Head Cover pointing upwards. Any convenient surface may be used as long as the sensor element has a reasonably unrestricted view of the sky.
- To avoid the possible risk of lightning strikes, never install the external light sensor at the highest point on a building.

Light Level Output

The external light sensor is calibrated to provide a scaled light level output of 0 to 200 covering the full range of daylight. The sensitivity of the external light sensor is factory-set, and no adjustment is required.



Light Sensing Angle

Vertical plane: Unrestricted viewing angle of 170°.

Horizontal plane: 360° viewing angle.

Helvar

Freedom in lighting

Technical Data

Connections

DALI	Wire size: 1.0 mm² – 2.5 mm² 2-core solid, flexible or stranded Max. length: 300 m Ø 2.5 mm² (part of DALI subnet)
Connector type:	Screw terminals: N: DALI+ L0: DALI– L1: No connection
Cable rating:	All cables must be mains rated.

Power supply

DALI power supply:	13 V – 22 V
DALI consumption:	10 mA

Sensor

Sensor element:	Photodiode matched to human eye response.
Light sensing angle:	When mounted vertically: • 85° from vertical • Horizontal plane: 360°
Working light range:	1 lx – 100 000 lx
Light level reading output:	0–200

Mounting

Mounting angle:	Vertical (clear sensor head at top)
Mounting points:	2 × M4 (No. 8 woodscrew) For fixing centres, see diagram.

Mechanical data

Dimensions:	148 mm × 82 mm × 87 mm

Materials

Base & mounting bracket:	Black ABS
Socket & sensor accessory:	Black glass-filled nylon
Sensor cover:	Toughened acrylic (UV stable)
Weight:	250 g
IP code:	IP65

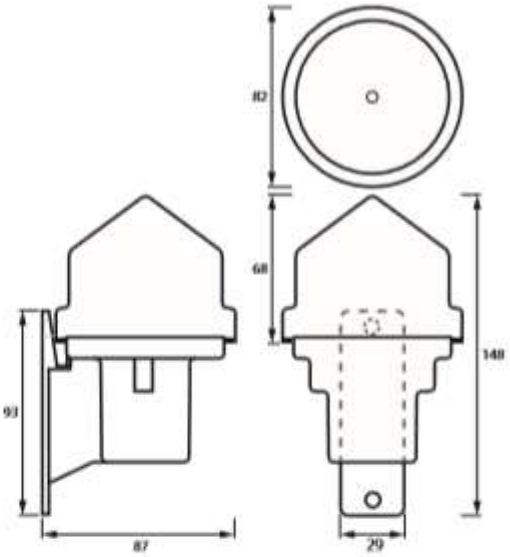
Operating conditions

Ambient temperature:	–35 °C to +70 °C
Relative humidity:	Max. 90 %, noncondensing
Storage temperature:	–35 °C to +70 °C

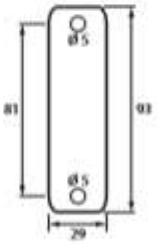
Conformity and standards

EMC emission:	EN 55015
EMC immunity:	EN 61547
Safety:	EN 61347-2-11
Environment:	Complies with WEEE and RoHS directives.

Dimensions (mm)



Fixing Centre Locations (mm)



digidim

Helvar

freedom in lighting

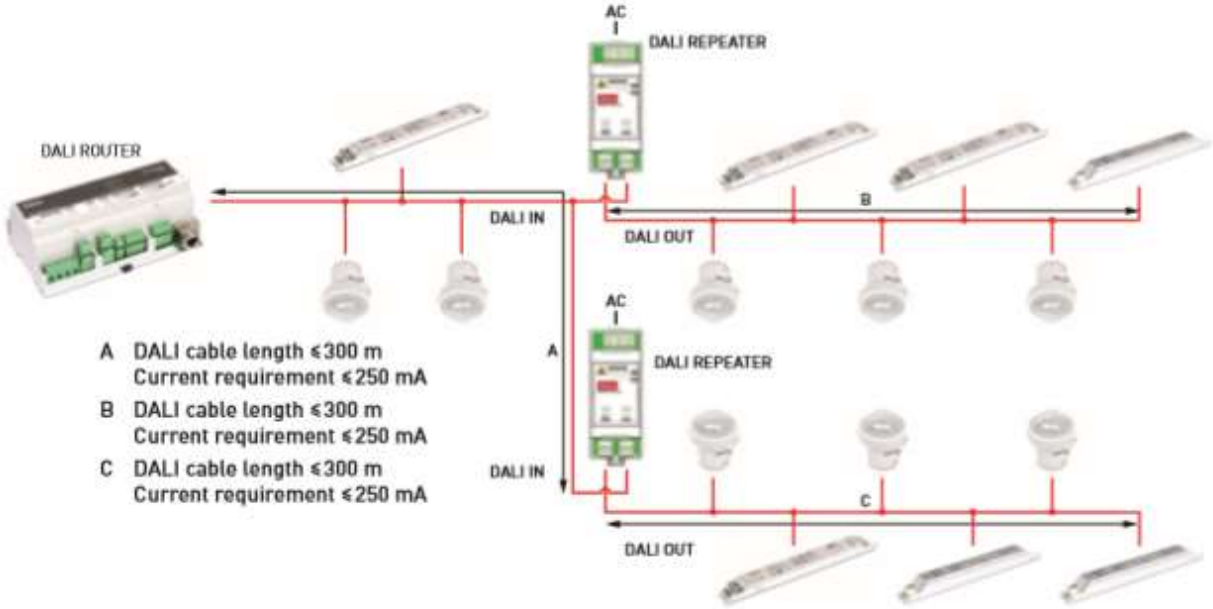
CE

DALI Repeater (406)

The DIN rail mounted 406 DALI Repeater extends the maximum DALI line length from 300 m to 600 m and provides an additional 250 mA of DALI current. This device does not provide additional DALI addresses. The DALI limit of 64 addresses still applies.

The existing DALI network is connected to the DALI-IN side, and the extended network is connected to the DALI-OUT side. The DALI-IN side is powered by the network, whereas the DALI-OUT side is fed by the repeater. Mains power must be provided to the repeater.

Several DALI repeaters can be connected in parallel at the DALI-IN side (as shown in the following figure). Connecting multiple DALI repeaters in series is not possible, due to propagation delay. Do not cascade.



The DALI Repeater has two LEDs, red and green (see 'Connections'). They flash to indicate the following:

- Red is off, green is on: Normal operation.
- Red is off, green blinks off briefly: DALI commands are sent and received.
- Red blinks, green is off: Connection fault.
- Red blinks, green blinks: DALI-OUT side is shorted.

Key Features

- Extends the maximum DALI line length from 300 m to 600 m.
- Provides 250 mA current at the DALI-OUT side.
- Messages are unfiltered.
- No isolation between DALI IN and DALI OUT. Both are isolated from the mains input.

Helvar

Freedom in lighting

Technical Data

Electrical data

Supply:	100 VAC – 240 VAC (nominal) 85 VAC – 264 VAC (absolute) 48 Hz – 62 Hz
Current consumption:	100 mA
External protection:	6 A MCB maximum
Mains cable:	0.5 mm² – 1.5 mm² solid or stranded

DALI

DALI addresses:	None
DALI consumption:	2 mA (DALI-IN side)
DALI cable:	0.5 mm² – 1.5 mm²
DALI-OUT current:	250 mA

Mechanical data

Dimensions:	35 mm × 90 mm × 58 mm
Weight:	90 g
Mounting:	DIN rail (installation in switchgear/controlgear cabinet)
IP code:	IP20

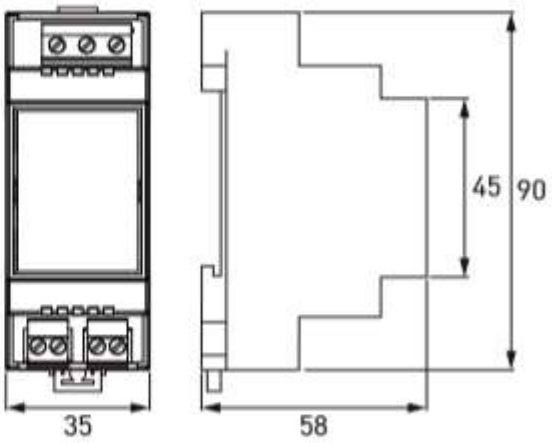
Operating and storage conditions

Ambient temperature:	–20 °C to +50 °C
Relative humidity:	Max. 90 %, noncondensing
Storage temperature:	–20 °C to +70 °C

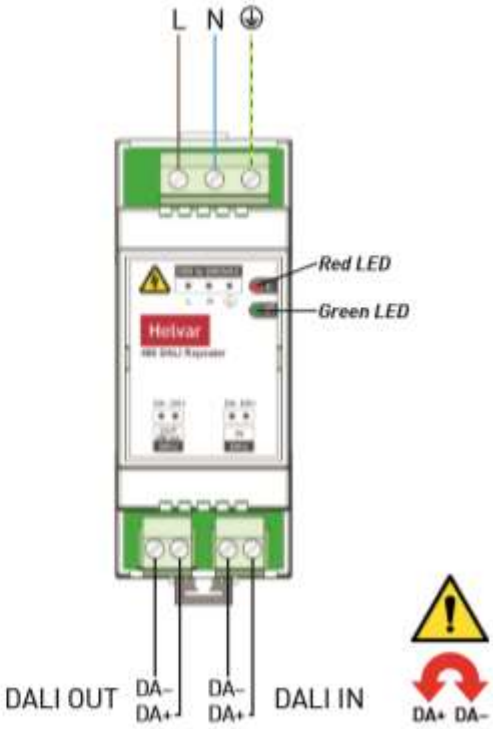
Conformity and standards

DALI standard:	IEC 62386-101
Emission:	EN 61000-6-3
Immunity:	EN 61547
Safety:	EN 61347-2-11
Environment:	Complies with WEEE and RoHS directives.

Dimensions (mm)



Connections



Datalehti

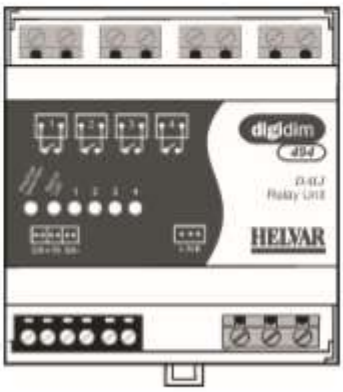
DIGIDIM Releyksikkö

digidim 494

DIGIDIM 494 releohjausyksikkö on DALI-yhteensopiva laite, joka mahdollistaa kytkettävien kuormien liittämisen DIGIDIM-järjestelmään.

DIN-kiskolle asennettava yksikkö voi ohjata neljää erikseen ohjelmoitavaa relettä. Releet ovat tavallisesti 'auki', potentiaalivapaita ja voivat kytkeä max 10 A resistiivistä kuormaa.

Säätimessä oleva LED näyttää käyttö- ja tai virhetilat. Kytkintä käytetään laitteen tunnistukseen järjestelmän asetuksia muutettaessa sekä releiden manuaaliseen ohjaukseen. Releilmaisin-LEDit syttyvät, kun kyseinen rele on 'kiinni' eli kytketty.



DIGIDIM Releyksikkö

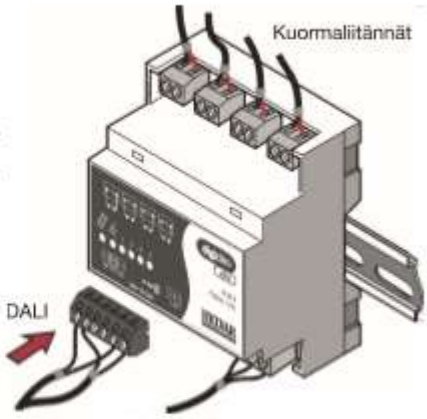
Avaintoiminnot

- Neljä erikseen ohjelmoitavaa potentiaalivapaata relettä, tavallisesti auki.
- Releet ovat keskenään eristettyjä mahdollistaen erivaiheiset jännitteet.
- Jokaista relettä voidaan ohjata manuaalisesti kytkimen avulla.
- Kaikkia DALI-toimintoja voidaan ohjata DIGIDIM Toolbox -ohjelmiston avulla.
- DIN-kiskoasenteinen yksikkö, leveys 88mm

Asennustiedot

- Releohjausyksikkö on suunniteltu max 10 A resistiivisille himmentämättömille kuormille. Maksimikuorma on pienempi muiden tyyppisille kuormille, lisätietoja seuraavalla sivulla.
- Verkkosyöttö tulee olla sulakesuojattu. 6 A:n MCB:n käyttöä suositellaan.
- Kaiken kaapeloinnin tulee olla verkkojännitteelle hyväksyttyä

Liitännät



Datalehti

DIGIDIM Releyksikkö

digidim 494

Tekniset tiedot

Relekuormat (max)

Resistiivinen:	10 A
Hehkulamput:	8 A
Induktiivinen:	5 A
Elektroniset liitäntälaitteet:	15 kpl Helvar tyyppi EL-HF/CHF/s

Liitännät

DALI:	Tavanomaiset DIGIDIM kaksoisliittimet
	0,5mm² – 2,5mm² yksijohtiminen tai säikeinen
Verkkovirta:	Max 2,5 mm²

Huom: Jos ympäristössä on paljon sähköisiä häiriöitä, DALI-kaapeli tulee olla parisuojattu ja maadoitettu.

Sähköliitännät

Verkkovirta:	220-240 VAC, 50-60 Hz
DALI-teholähde:	Ei ole
DALI-virrankulutus:	2 mA

Toimintaympäristö

Lämpötila:	0...40°C
Suhteellinen kosteus:	90% max, ei kondensoitumista
Säilytyslämpötila: -	10°C...+70°C

Mekaaniset tiedot

Asennus:	DIN-kisko, 88 mm leveä yksikkö
Paino:	300 g

Luokitukset ja standardit

EMC

Säteily:	EN 55 015
Häiriösieto:	EN 61 547

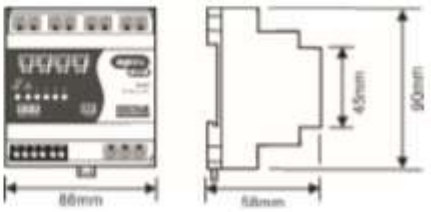
Turvallisuus

Turvallisuus:	EN 60 950
IP-luokitus:	30
Eristys:	4 kV

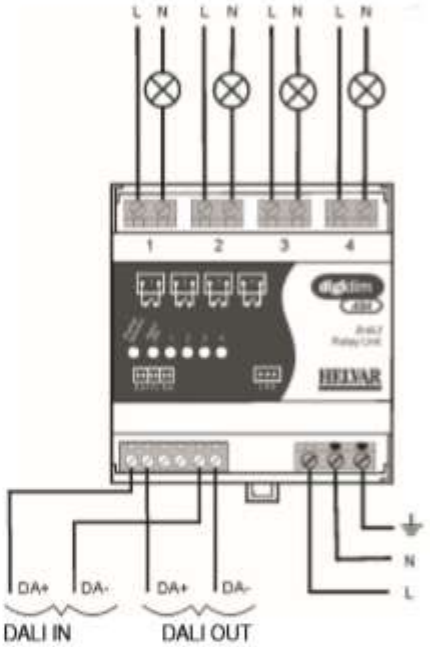
Oikeudet muutoksiin pidätetään

Edustaja Suomessa: **Electrosonic Lightinen Oy Ab,**
PL 65, Kornetintie 2, 00381 Helsinki puh. (09) 2515 55 00, www.electrosonic.fi

Mitat



Liitännät



Helvar
www.helvar.fi

Yhden DALI-aliverkon reititin (905)

Yhden DALI-aliverkon reititin Ethernet liitynnällä (10/100Mbps).

Reitittimeen kytkettyjen laitteiden perustoiminnot ovat käytettävissä ilman ohjelmointia. Helvarin Designer-ohjelmisto mahdollistaa reitittimen asetusten ja toimintojen edistyneemmän ohjelmoinnin.

Järjestelmän tarjoamia energiansäästöominaisuuksia ovat esimerkiksi läsnäolo-ohjaus ja vakiovalo-ohjaus. Järjestelmän tehokkaampaan automatisointiin voidaan hyödyntää ajastettuja toimintoja. Integraatio muihin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin voidaan toteuttaa joko OPC-serverillä tai HelvarNET I/O käskyillä.

Tiedonkeruuta ja -käsittelyä varten järjestelmään voidaan kytkeytyä tarvittaessa tietokoneen välityksellä. Jatkuvaa tarvetta tietokoneyhteydelle ei ole, sillä kaikki tiedot on tallennettu reitittimelle, josta ne ovat tarvittaessa noudettavissa. Yksittäisen DALI-laitteen poistaminen tai vikaantuminen ei aiheuta järjestelmän kaatumista.

Avaintoiminnot

- 905 reititin tukee 64 DALI-laitetta/osoitetta
- Laitteita voidaan yhdistää laajemmaksi kokonaisuudeksi
- Yhteen DALI-järjestelmään voidaan kytkeä yli 100 reititintä
- Sisäänrakennettu reaaliaikakello
- Mahdollistaa tarvittaessa sekä paikallisohjauksen että keskitetyn ohjauksen
- Täysin yhteensopiva Helvarin muiden reitittimien kanssa (910/920)
- Integrointi muihin kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmiin

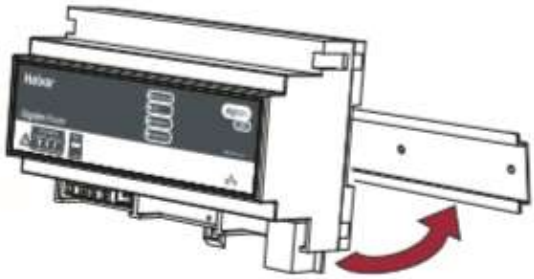
Sovelluskohteet

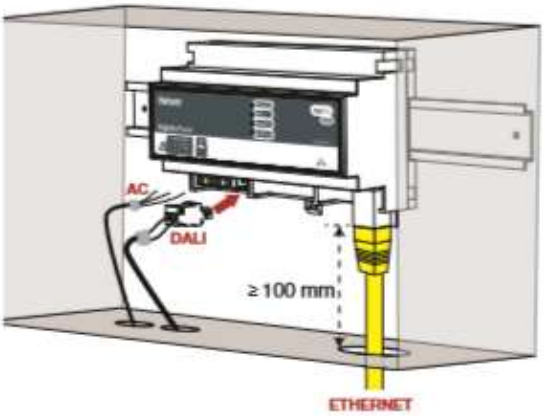
- Hotellihuoneet ja sviitit
- Sairaalat
- Kokoushuoneet
- Luokkahuoneet
- Asunnot
- Yksittäiset alueet ja tilat voidaan kytkeä yhteen keskitettyä ohjausta varten

Asennusohjeet

- Asennettava rajoitetulle pääsyalueelle.
- Asennustyö on tehtävä jännitteettömänä.
- Syöttökaapelin tulee olla suojattu.
  Syöttökaapelin suojalaitteen koko ei saa olla yli 6 A.
- DALI-järjestelmän kaapeloinnin tulee soveltua 230 V jännitteelle.
- Asenna reititinyksikkö vaaka-asentoon ja varaa riittävä tila jäähdytyksen varmistamiseksi.
- Tarkemmat tiedot asennuksesta löytyvät 905 reitittimen asennusohjeesta.

Assenus





Tekniset tiedot

Liitännät

Syöttökaapeli:	Yksisäikeinen ≤ 4 mm² Monisäikeinen ≤ 2.5 mm²
DALI-kaapeli:	2-napainen verkkokaapeli; ≥ 0.5 ... 2.5 mm² Suositeltava koko: 1,0 ... 1,5 mm² Maksimipituus: 300 m @ 1,5 mm²
Ethernet:	1 x RJ45 10/100Mbps, Cat 5E up to 100 m (Auto MDI/MDI-X crossover)

Sähköliitännät

Käyttöjännite:	85 — 264 VAC; 45 — 65 Hz
Tehonkulutus:	13 VA (DALI-aliverkko täysin kuormitettuna)
Syötön suojaus:	6 A johdinsuoja maks. Ulkoinen jännitesyöttö on suojattava.

Lähtö

DALI:	250 mA (virtarajoitettu)

Mekaaniset tiedot

Mitat (mm):	9U – 160 (L) x 100 (K) x 58 (S)
Paino:	250 g
Asennus:	DIN-kisko - pidä syöttö- ja DALI-kaapelit erillään tietoverkkokaapelista
IP-luokka:	IP00 (Asennettava rajoitetulle pääsyalueelle)

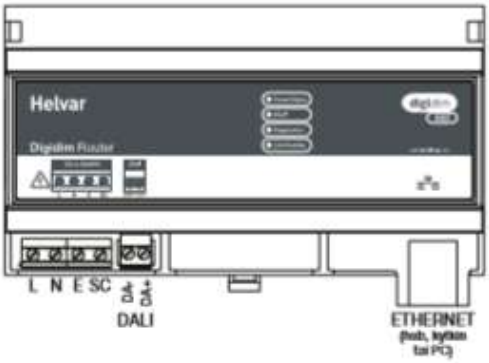
Toimintaympäristö

Ympäristön lämpötila:	0°C ... +40°C
Suhteellinen kosteus:	90% maksimi, ei tiivistymistä
Säilytyslämpötila:	-10°C ... +70°C

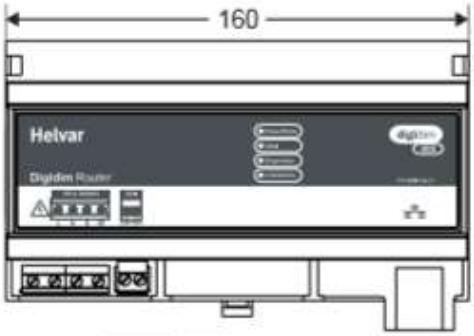
Luokitukset ja standardit

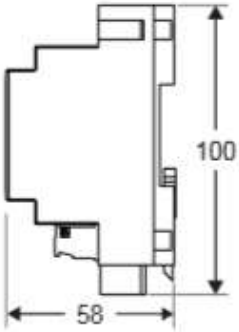
DALI tiedonsiirto:	DALI standardin mukaisesti, Helvarin laajennuksilla
EMC Säteily:	EN 55 015
Häiriösieto:	EN 61 547
Turvallisuus:	EN 60 950
Eristys:	4 kV
Ympäristövaatimukset:	Täyttää WEEE ja RoHS säädökset

Sisääntulot / Lähtö



Mitat (mm)





digidim

Helvar

Freedom in lighting

CE

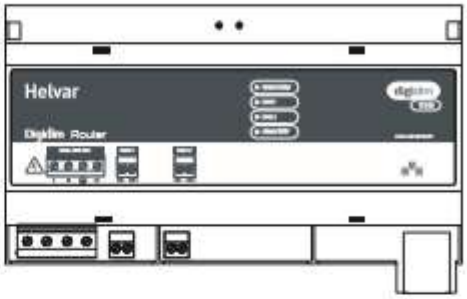
DIGIDIM Router (910)

The 910 DIGIDIM Router uses an Ethernet connection (10/100 Mb/s) as a network backbone to seamlessly combine DALI networks.

Basic functionality is available out of the box without any programming. Helvar's Designer software allows for advanced configuration and functional programming of the router.

The system provides energy-saving features via presence detection and daylight harvesting. Further automation can be achieved through scheduled events.

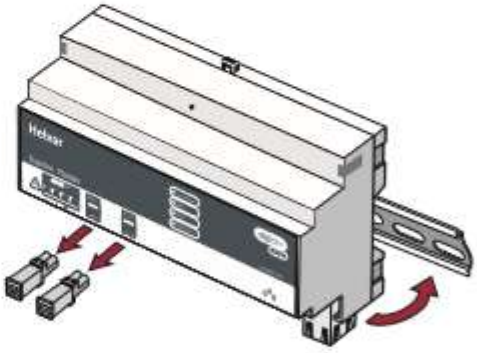
A PC can be connected to the system for diagnostics and logging purposes if required, but there is no need for PC control in daily operation, as all data is stored within the system itself. The elimination of a central controller ensures that no single point of failure can cause a total system shutdown.

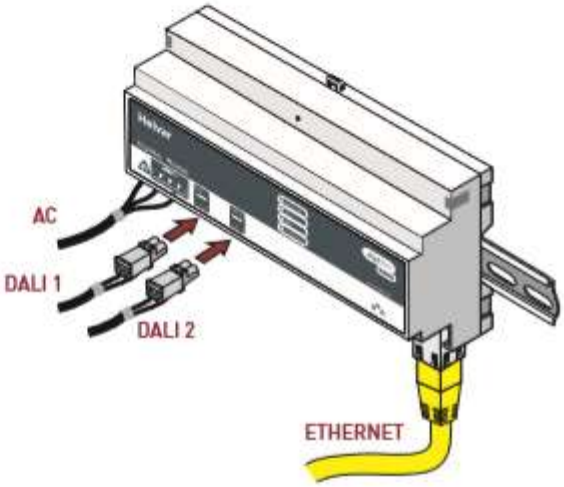


Key Features

- Support for 128 DALI devices (64 DALI devices on each subnet).
- Built-in real-time clock.
- Can be networked together to form large scalable systems.
- Provides local as well as central control if required.
- Compatible with other Helvar routers (905/920).
- Integration with other building systems.
- Universal supply input.

Installation





Helvar

Freedom in lighting

Technical Data

Connections

Mains cable:	Solid core up to 4 mm² Stranded up to 2.5 mm²
DALI cable:	2-wire mains rated, 0.5 mm² – 2.5 mm² Max. length: 300 m @ 1.5 mm²
Ethernet:	1 × RJ45 10/100 Mb/s, Cat 5E up to 100 m (Auto MDI/MDI-X crossover)

Power

Mains supply:	100 VAC – 240 VAC (nominal) 85 VAC – 264 VAC (absolute) 45 Hz – 65 Hz
Power consumption:	23 VA (DALI subnet fully loaded)
Power circuit protection:	External protection max. 6 A. Earth mandatory.

DALI output supply

DALI-OUT current:	2 × 250 mA (current limited)

Mechanical data

Dimensions:	9U – 160 mm × 100 mm × 58 mm
Weight:	260 g
Mounting:	DIN Rail. Keep mains and DALI wiring separate from Ethernet cable.
IP code:	IP30 (IP00 at connectors)

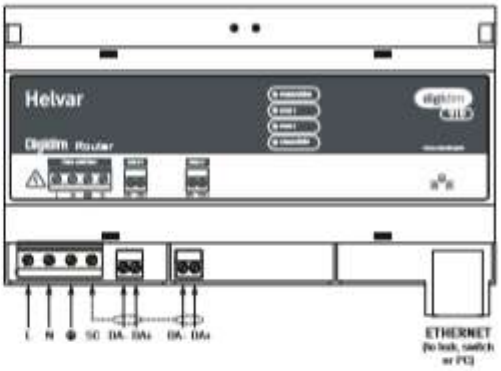
Operating and storage conditions

Ambient temperature:	0 °C to +40 °C
Relative humidity:	Max. 90 %, noncondensing
Storage temperature:	–10 °C to +70 °C

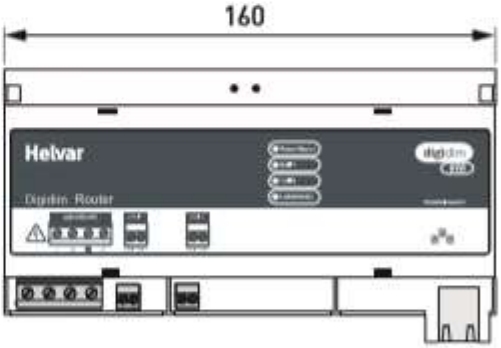
Conformity and standards

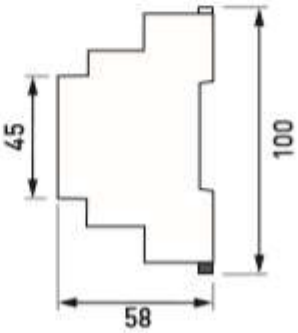
DALI data transfer:	DALI standard IEC 62386, with Helvar extensions
EMC emission:	EN 55022 Class A
EMC immunity:	EN 55024
Safety:	EN 60950
Environment:	Complies with WEEE and RoHS directives.

Inputs/Outputs



Dimensions (mm)





LIITE 2: VÄYLÄLASKENTA

Helvar freedom in lighting

Helvar Oy Ab
Valonohjausjärjestelmät
Versio 1.7

www.helvar.com

30.5.2017

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm^2 kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Liittyy ryhmän 5 kaapelointiin
Väylä: Käytävä
Tähän sijoitetaan toistin keskukseen, joten 2 mA lisää kulutusta
Väylä: 1.1 osoitteita 30
Väylä1.2 osoitteita 27 yht 57

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidäteräään

					30	216		
Tuotekoodi	**Tuotenimike**	**Osoitteiden**	**Virrankulutus/ laite**	**Laitteiden määrä**	**Osoitteet yhteensä**	**Virrankulutus**	**Ulkoinen virtalähde**	**HUOM!**
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	18	18	36		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), mustal/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), mustal/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, mustal/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, mustal/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, mustal/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, mustal/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10	0	0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
163xx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
13xxx + 23x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	12	12	180		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, läsnäolo ja valiovaloanturi	1	15	0	0	0		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsnäoloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		
319	PIR kohdetunnistin korkeisin tiloihin	1	15		0	0		
329	DALI-ulkovaloanturi	1	10		0	0		
416	16A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
425	25A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
434	EnOcean Vastaanotin	1	20		0	0		
440	Sisäänmenoyksikkö, ei sovellu reititinjärjestelmään	1	10		0	0		

DALI-väylä 1.1 | DALI-väylä 1.2 | DALI-väylä 2.1 | DALI-väylä 2.2 | DALI-väylä 3 | DALI-väylä 4

Helvar freedom in lighting

www.helvar.com 30.5.2017

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm² kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Liittyy ryhmän 1 kaapelointiin

Väylä: Vahtimestari. Kaksi opetustilaa vasemmalla

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidätetään

27 159

Väylä:1.1 osoitteita 30

Väylä1.2 osoitteita 27 yht 57

Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden	Virrankulutus/ laite	Laitteiden määrä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus	Ulkoinen virtalähde	HUOM!
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	17	17	34		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10	1	1	10		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10	4	4	40		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
169xx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
19xxx + 29x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	3	3	45		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, läsnäolo ja valiovaloanturi	1	15	2	2	30		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsnäoloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		
319	PIR kohdetunnistin korkeisiin tiloihin	1	15		0	0		
329	DALI-ulkovaloanturi	1	10		0	0		
416	16A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
425	25A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
434	EnOcean Vastaanotin	1	20		0	0		
440	Sisäänmenoyksikkö, ei sovellu reititinjärjestelmään	1	10		0	0		

Helvar freedom in lighting

Helvar Oy Ab
Valonohjausjärjestelmät
Versio 1.7

www.helvar.com 30.5.2017

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm² kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Väylä: Terveydenhoitaja, työtila. Luokka tila 20

Tähän tulee toistin keskukseen, joten virran kulutus kasvaa 2 mA

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidätetään

22 120

Väylä:2.1 osoitteita 22

Väylä2.2 osoitteita 24 yht 46

Liittyy ryhmän 3 kaapelointiin

Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden	Virrankulutus/ laite	Laitteiden määrä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus	Ulkoinen virtalähde	HUOM!
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	15	15	30		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10	1	1	10		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10	2	2	20		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
169xx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
19xxx + 29x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	3	3	45		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, läsnäolo ja valiovaloanturi	1	15	1	1	15		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsnäoloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		
319	PIR kohdetunnistin korkeisiin tiloihin	1	15		0	0		
329	DALI-ulkovaloanturi	1	10		0	0		
416	16A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
425	25A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
434	EnOcean Vastaanotin	1	20		0	0		
440	Sisäänmenoyksikkö, ei sovellu reititinjärjestelmään	1	10		0	0		

DALI-väylä 1.1 | DALI-väylä 1.2 | DALI-väylä 2.1 | DALI-väylä 2.2 | DALI-väylä 3 | DALI-väylä 4

Helvar *freedom in lighting*

Helvar Oy Ab
Valonohjausjärjestelmät
Versio 1.7

www.helvar.com

30.5.2017

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm² kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Väylä: Kaksi luokkahuonetta oikealta
Liittyy ryhmän 4 kaapelointiin
Väylä: 2.1 osoitteita 22
Väylä 2.2 osoitteita 24 yht 46

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidätetään

24 | 132

Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden	Virrankulutus/ laite	Laitteiden määrä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus	Ulkoinen virtalähde	HUOM!
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	16	16	32		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xxx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xxx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10	4	4	40		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xxx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
169xxx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
19xxxx + 23x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	2	2	30		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, läsnäolo ja valoisuus	1	15	2	2	30		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsnäoloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		
319	PIR kohdetunnistin korkeisiin tiloihin	1	15		0	0		

Helvar *freedom in lighting*

Helvar Oy Ab
Valonohjausjärjestelmät
Versio 1.7

www.helvar.com

30.5.2017

HUOMAA!
- Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63)
- Maksimi virrankulutus/väylä 250mA
- Kahden DALI-laitteen maksimietäisyys saa olla enintään 300 metriä, kun käytetään 1,5 mm² kaapelia
- DALI-toistimen jälkeen uudet 250 mA virtaa ja 300 metriä väylää käytettävissä (ei lisää osoitemäärää)

Liittyy ryhmän 2 kaapelointiin
Väylä: vasemmalta toimistot, taukotila, neuvottelu
ulkovaloanturi, releyksikkö, muut keskuksen dali komponentit

Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko

Oikeudet muutoksiin pidätetään

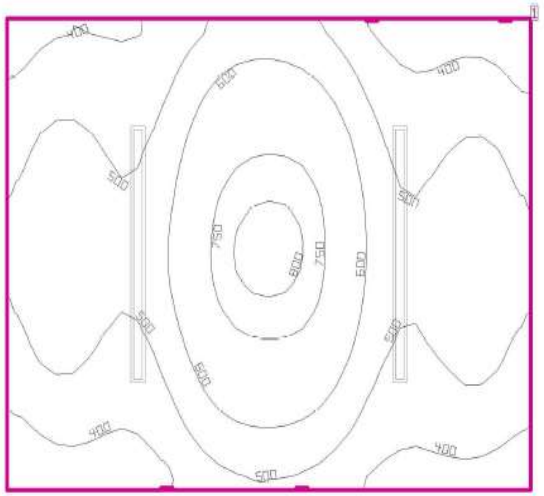
27 | 153

Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden	Virrankulutus/ laite	Laitteiden määrä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus	Ulkoinen virtalähde	HUOM!
Ballast/LED	DALI-liitäntälaite	1	2	13	13	26		Mikä tahansa DALI liitäntälaite, myös väri- ja värilämpötilaohjattavat type 8 liitäntälaitteet
100	Pyöräohjain	1	10		0	0		
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0		
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0		
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0		
124	5-painikkeisto	1	10		0	0		
125	7-painikkeisto	1	10		0	0		
126	8-painikkeisto	1	10		0	0		
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0		
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0		
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0		
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0		
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0		
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10	3	3	30		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
164xxx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
165xxx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
166xxx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
169xxx	9 Scenes + Off	1	10		0	0		EI MYYNNISSÄ SUOMESSA!
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0		
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0		
19xxxx + 23x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	5	5	75		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, läsnäolo ja valoisuus	1	15		0	0		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen virtalähde laatikkoon
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsnäoloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		
319	PIR kohdetunnistin korkeisiin tiloihin	1	15		0	0		
329	DALI-ulkovaloanturi	1	10	2	2	20		
416	Releyksikkö, 4 kanavaa	4	2	1	4	2		
425	25A Tyristorisäädin	1	2		0	0		
434	EnOcean Vastaanotin	1	20		0	0		
440	Sisäänmenoyksikkö, ei sovellu reititinjärjestelmään	1	10		0	0		

DALI-väylä 1.1 | DALI-väylä 1.2 | DALI-väylä 2.1 | DALI-väylä 2.2 | DALI-väylä 3 | DALI-väylä 4

LIITE 3: DIALUX LASKENTA

Tila 01



Tilan vapaa korkeus: 3.000 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 60.4%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1	Vahtimestari	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	537 (≥ 500)	307	819	0.57	0.37

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
2	MODUS, spol. s r.o. - EVAL1LKV_V1/1400 MODUS EVAL 1L KV 1400	4200	48.0	87.5
	Kaikkien valaisimien summa	8400	96.0	87.5

Ominaisliitäntäteho: 9.76 W/m² = 1.82 W/m²/100 lx (Tilan pinta-ala 9.83 m²)

Energiankulutuksen suureet pätevät tilaan suunniteliuille valaisimille huomioimatta valotilanteita ja himmennyksiä.
Kulutus: 260 kWh/a enimmäisarvosta 350 kWh/a

Tila 29

Tilan vapaa korkeus: 2.300 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Pintojen tulosobjektit

	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1	Pinnan tulosobjekti 2 (Seinä)	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	144	50.1	292	0.35	0.17
		Luminanssi [cd/m²]	22.9	7.98	46.4	0.35	0.17

Häikäisyn arviointi

	Pinta	Tulos	Min.	Maks.	Raja-arvo
2	Häikäisy käytävä	UGR Korkeus: 1.600 m	<10	23.7	≤25.0

Tila 29

Tilan vapaa korkeus: 2.300 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1	Käytävä	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.000 m, Reuna-alue: 0.000 m	224 (≥ 100)	117	306	0.52	0.38

EN 12464-1

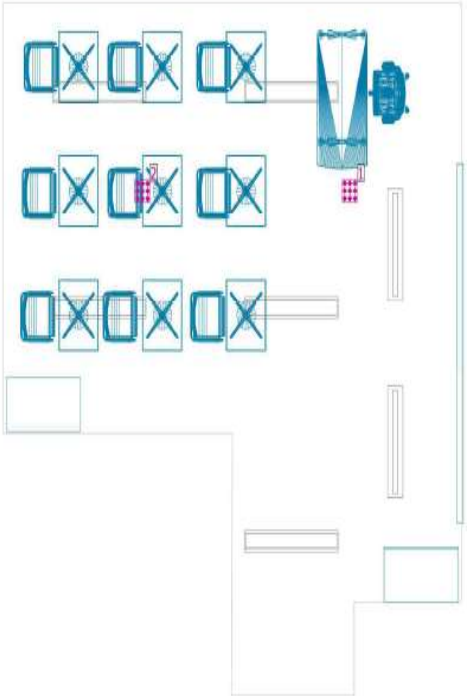
2 Käytävä sylinterivalaistusvoimakkuus	Horisontaali valaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.600 m	101 (≥ 50.0)	93.1	114	0.92	0.82
	Sylinterivalaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.600 m	108 (≥ 50.0)	104	114	0.96	0.91
	Mallinnus Korkeus: 1.600 m	1.08 (0.30 < ... < 0.60)	1.12	1.00	/	/

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
16	Airam Electric - 4289993 PLATA 40W/840 DALI VA	3916	39.0	100.4
	Kaikkien valaisimien summa	62656	624.0	100.4

Ominaisliitäntäteho: 4.28 W/m² = 1.91 W/m²/100 lx (Tilan pinta-ala 145.83 m²)

Energiankulutuksen suureet pätevät tilaan suunniteluille valaisimille huomioimatta valotilanteita ja himmennyksiä.
Kulutus: 410 - 510 kWh/a enimmäisarvosta 5150 kWh/a

Tila 02

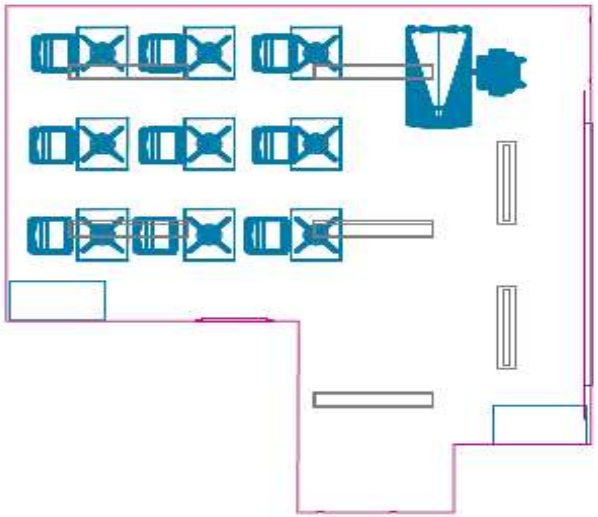


Tilan vapaa korkeus: 2.500 m saakka 3.000 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Häikäisyn arviointi

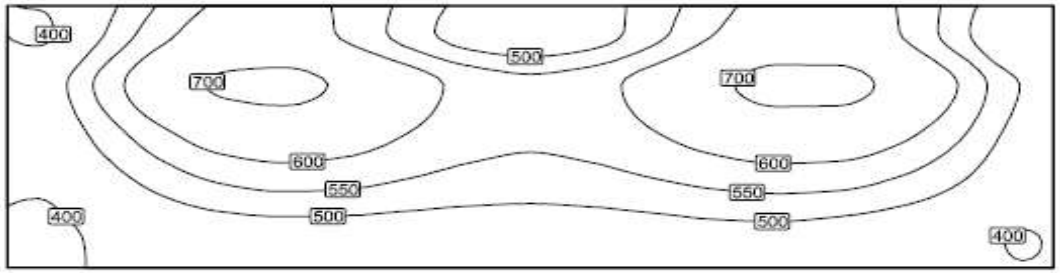
	Pinta	Tulos	Min.	Maks.	Raja-arvo
1	Opettaja häikäisy	UGR Korkeus: 1.600 m	<10	19.5	≤19.0
2	Oppilas häikäisy	UGR Korkeus: 1.200 m	<10	21.4	≤19.0

Tauluvalaistus erityisopetustilassa / Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva)



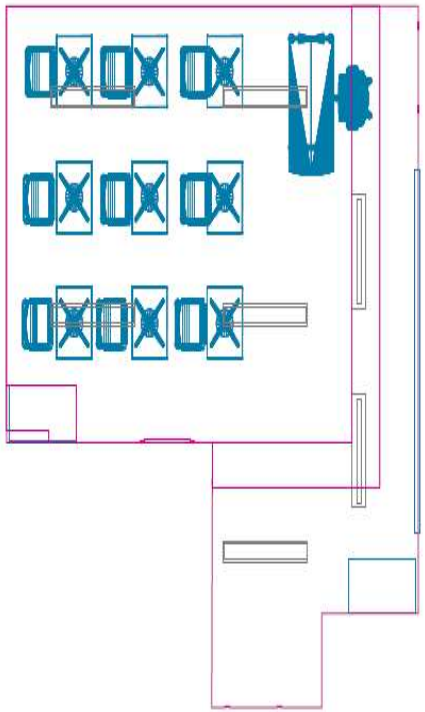
Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
Tauluvalaistus erityisopetustilassa	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	543 (≥ 300)	373	722	0.69	0.52
Ympäröivä alue 9	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	277 (≥ 200)	78.1	431	0.28	0.18
Tausta-alue 8	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	366 (≥ 66.7)	0.79	731	0.00	0.00

Isolux-käyrät [lx]



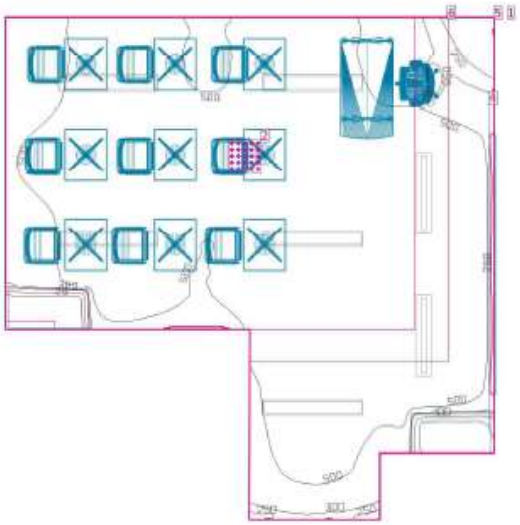
Mittakaava: 1 : 25

Erityisopetus / Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva)



Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
Erityisopetus	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	609 (≥ 300)	367	902	0.60	0.41
Ympäröivä alue 16	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	574 (≥ 200)	0.60	885	0.00	0.00
Tausta-alue 8	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	384 (≥ 66.7)	0.79	605	0.00	0.00

Tila 02



Tilan vapaa korkeus: 2.500 m saakka 3.000 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./maks.
1	Erityisopetus	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna alue: 0.000 m	577 (≥ 300)	0.27	944	0.00	0.00

EN 12464-1

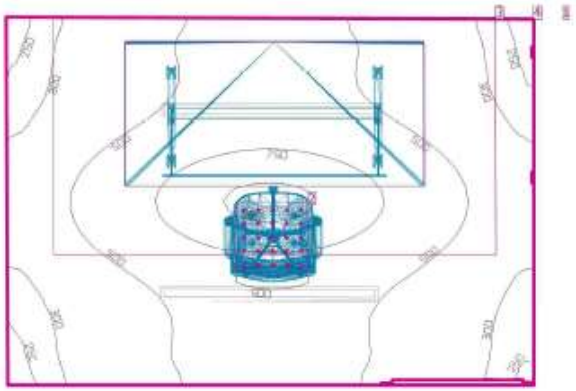
2	Sylinterivalaistusvoimakkuus opoilas	Horisontaali valaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.200 m	668 (≥ 50.0)	602	740	0.90	0.81
		Sylinterivalaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.200 m	277 (≥ 50.0)	259	290	0.94	0.00
		Mallinnus Korkeus: 1.200 m	0.41 (0.30 ≤ ... ≤ 0.60)	0.43	0.40	/	/
4	Tauluvalaistus erityisopetustilassa	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	543 (≥ 300)	373	722	0.69	0.52
	Ympäröivä alue 9	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	277 (≥ 200)	78.1	431	0.28	0.18
5	Tausta-alue 8	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	366 (≥ 66.7)	0.79	731	0.00	0.00
6	Erityisopetus	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	609 (≥ 300)	367	902	0.60	0.41
	Ympäröivä alue 16	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	574 (≥ 200)	0.60	885	0.00	0.00
5	Tausta-alue 8	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	384 (≥ 66.7)	0.79	605	0.00	0.00

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
2	MODUS, spol. s r.o. - AREL4000RMAS MODUS AREL 3000 RM AS	4204	35.0	120.1
5	MODUS, spol. s r.o. - LLL6000RL2KVM MODUS LLL 6000 RL2 KVM	5794	60.0	96.6
	Kaikkien valaisimien summa	37378	370.0	101.0

Ominaisliitäntäteho: 8.29 W/m² = 1.44 W/m²/100 lx (Tilan pinta-ala 44.62 m²)

Energiankulutuksen suureet pätevät tilaan suunniteluille valaisimille huomioimatta valotilanteita ja himmennyksiä.
Kulutus: 350 - 550 kWh/a enimmäisarvosta 1600 kWh/a

Tila 06



Tilan vapaa korkeus: 3.000 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

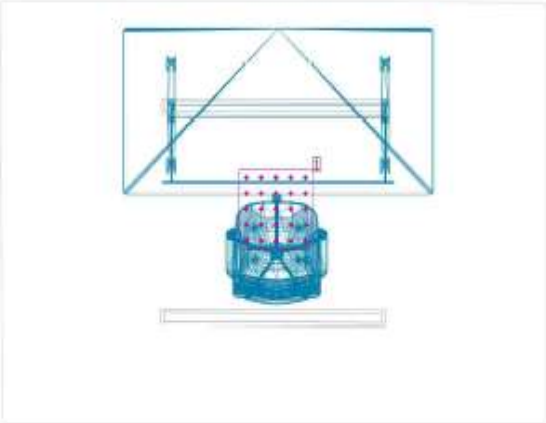
	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1	Toimisto	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	503 (≥ 500)	230	932	0.46	0.25

EN 12464-1

2	Sylinterivalaistusvoimakkuus Toimisto	Horisontaali valaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.200 m	1034 (≥ 50.0)	850	1169	0.82	0.73
		Sylinterivalaistusvoimakkuus [lx] Korkeus: 1.200 m	215 (≥ 50.0)	180	243	0.84	0.74
		Mallinnus Korkeus: 1.200 m	0.21 (0.30 < ... < 0.60)	0.21	0.21	/	/
3	Toimisto	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	593 (> 500)	440	800	0.74	0.55
	Ympäröivä alue 1	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	615 (≥ 300)	359	914	0.58	0.39
4	Tausta-alue 1	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	319 (≥ 100)	156	398	0.49	0.39

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
2	MODUS, spol. s r.o. - EVAL1LKV_V1/1400 MODUS EVAL 1L KV 1400	4200	48.0	87.5
	Kaikkien valaisimien summa	8400	96.0	87.5

Tila 06

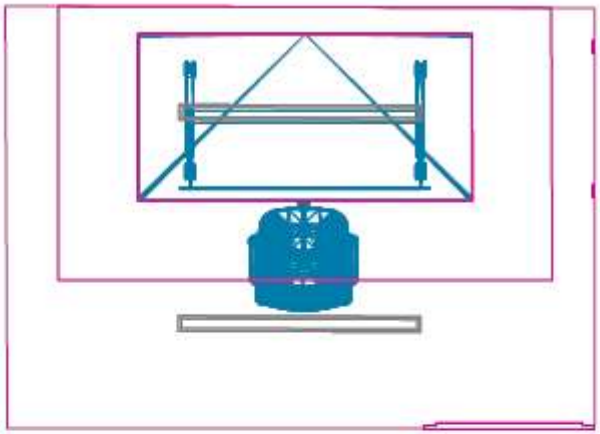


Tilan vapaa korkeus: 3.000 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Häikäisyn arviointi

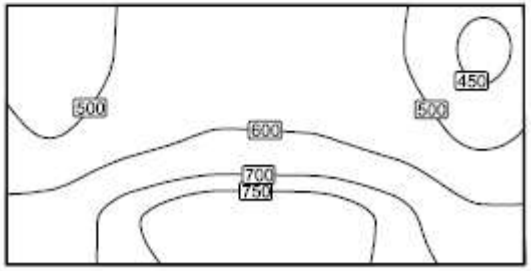
	Pinta	Tulos	Min.	Maks.	Raja-arvo
1	Toimiston häikäisy	UGR Korkeus: 1.200 m	<10	<10	≤19.0

Toimisto / Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva)



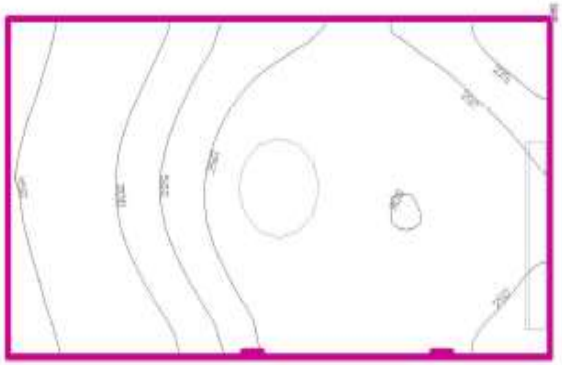
Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
Toimisto	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Ympäröivä alue: 0.500 m	593 (≥ 500)	440	800	0.74	0.55
Ympäröivä alue 1	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx]	615 (≥ 300)	359	914	0.58	0.39
Tausta-alue 1	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Reuna-alue: 0.500 m	319 (≥ 100)	156	398	0.49	0.39

Isolux-käyrät [lx]



Mittakaava: 1 : 25

Tila 05



Tilan vapaa korkeus: 2.300 m, Heijastussuhteet: Katto 70.0%, Seinät 50.0%, Lattia 20.0%, Alenemakerroin: 0.80

Käyttötaso

	Pinta	Tulos	Keski (Ohje)	Min.	Maks.	Min./keskim.	Min./ maks.
1	WC tila 05	Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) [lx] Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	236 (≥ 200)	141	301	0.60	0.47

#	Valaisin	Φ(Valaisin) [lm]	Teho [W]	Valoteho [lm/W]
1	Airam Electric - 4297206 LUMI II 320 IP44 12W/840	1066	11.1	96.1
1	Proton Lighting AB - S4124040 Mimas LED 2701/12W U	1256	12.0	104.7
	Kaikkien valaisimien summa	2322	23.1	100.5

Ominaisliitäntäteho: 9.79 W/m² = 4.15 W/m²/100 lx (Tilan pinta-ala 2.36 m²)

Energiankulutuksen suureet pätevät tilaan suunnitelluille valaisimille huomioimatta valotilanteita ja himmennyksiä.
Kulutus: 19 kWh/a enimmäisarvosta 100 kWh/a